Lane Medical Library

Aus dem Zoologischen Institut der Tierärztlichen Fakultät der Universität München.
Vorstand: Geh. Reg. Rat Prof. Dr. Demoll.

Vermögen Wassertiere sich ausschließlich von Nährstoffen die im Wasser gelöst sind, zu ernähren?

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Veterinärmedizinischen Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig — Maximilians — Universität
München.

Vorgelegt von
Alfred Weisshaupt
Tierarzt aus Konstanz.

Buchdruckerei Karl Huber, Freiburg im Breisgau, Rheinstraße 68

Aus dem Zoologischen Institut der Tierärztlichen Fakultät der Universität München.
Vorstand: Geh. Reg. Rat Prof. Dr. Demoll.

Vermögen Wassertiere sich ausschließlich von Nährstoffen die im Wasser gelöst sind, zu ernähren?

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Veterinärmedizinischen Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig — Maximilians — Universität
München.

Vorgelegt von
Alfred Weisshaupt
Tierarzt aus Konstanz.

Buchdruckerei Karl Huber, Freiburg im Breisgau, Rheinstraße 68

Gedruckt mit Genehmigung
der Veterinärmedizinischen Fakultät der Universität
München.

INHALTSVERZEICHNIS

I. Einleitung

II. Material und Methoden

III. Versuche mit Forellen

1. Versuchsanordnung
2. Die Versuche und ihre Ergebnisse
3. Zusammenfassung der Versuchsergebnisse bei Forellen

IV. Versuche mit Kaulquappen

1. Versuchsanordnung
2. Die Versuche und ihre Ergebnisse
3. Zusammenfassung der Versuchsergebnisse bei Kaulquappen

V. Versuche mit Daphnien

1. Versuchsanordnung
2. Die Versuche und ihre Ergebnisse
3. Zusammenfassung der Versuchsergebnisse bei Daphnien

VI. Zusammenfassung der Versuchsergebnisse

VII. Literatur

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40154014_0047

Vermögen Wassertiere sich ausschließlich von Nährstoffen die im Wasser gelöst sind, zu ernähren?

I. Einleitung

Seit zweieinhalb Jahrzehnten genießt die Frage über die Aufnahme gelöster Nährstoffe durch die Wassertiere besondere Beachtung. Daß die Bearbeitung dieser Frage erst so spät in Angriff genommen wurde, mag zum großen Teil daran liegen, daß man früher dazu neigte, die Art der Nahrungsaufnahme bei den Wassertieren ohne weiteres derjenigen bei den Landtieren gleichzustellen. Den Ausgangspunkt dieser Frage bildete die Verschiedenheit der Medien in denen sich Land- und Wassertiere bewegen. Von der physikalischen wie von der chemischen Seite aus betrachtet, stellt das Wasser der Luft gegenüber ein grundsätzlich verschiedenes Milieu dar. Das Wasser enthält im Gegensatz zur Luft ein kaum zu analysierendes Gemisch von Stoffwechsel-Endprodukten und in Auflösung befindlichen Substanzen und erscheint geradezu als ein Dorado für Kleinlebewesen aller Art. Die Ergebnisse vieler Untersuchungen mit verfeinerten physikalischen, chemischen und biologischen Arbeitsmethoden legten nun die Vermutung nahe, daß die in diesem Gemische lebenden Tiere Nutzen daraus ziehen könnten. Wenn man ursprünglich auch nicht so weit ging anzunehmen, daß durch eine Aufnahme gelöster Substanzen eine wesentliche Zunahme der Trockensubstanz des Körpers eintreten würde, so neigte man doch zu der Ansicht, daß diese Stoffe vielleicht den Energiebedarf decken könnten und die aufgenommene geformte Nahrung lediglich zum Aufbau neuer Körpersubstanz verwendet würde.

Auf diese Möglichkeit machten schon zu Ende des letzten Jahrhunderts einige wenige Forscher aufmerksam, ohne jedoch ihre Ansichten als bewiesen anzusehen. Es waren dies Lendenfels 1890, Carrazi 1897 und Knörrich 1901.

Kurz nach der Jahrhundertwende, es war im Jahre 1907, trat August Pütter als Pionier dieser Frage mit einer Theorie an die Öffentlichkeit [1,2.] die den Anstoß zu einem wissenschaftlichen Streit gab, der bis heute dauert und wahrscheinlich noch lange andauern wird.

Vonseiten der Forscher, es waren dies Physiologen und Fischereibiologen, wurde nun dieses Fragengebiet lebhaft durchackert und viele Versuche wurden mit großem Fleiß und großer Ausdauer durchgeführt. War man sich doch sofort klar, daß wenn Pütters Theorien

1), 2) siehe Seite 2.

sich bewahrheiten würden, sie eine ungeheure wirtschaftliche Bedeutung erlangen könnten. Vielleicht würde dann die Teichwirtschaft, speziell die Teichdüngung vollständig anders, rationeller gestaltet werden können.

1. Zeitschr. f. Allgem. Physiol. Bd. 7 1907, Denkschr. d. Kgl. Ges. d. Wissenschaften zu Göttingen 1907.

2. Die Ernährung der Wassertiere und der Stoffhaushalt der Gewässer. Zeitschr. f. Allgem. Physiol Bd. 9, 1909.

Trotz der schroffen Ablehnung, die Pütters Theorie von verschiedenen Seiten fand, darf sie doch nicht ohne weiteres von der Hand gewiesen werden. Umso weniger, als auch manche Forscher auf Grund ihrer Versuchsergebnisse sich für die Richtigkeit der Anschauungen Pütters einsetzen. Bei einer vergleichenden Betrachtung der bis jetzt zu dem ganzen Fragenkomplex vorliegenden Untersuchungen fällt insbesondere auf, daß weitaus in der Mehrzahl der Fälle von den verschiedenen Forschern immer wieder andere Tierarten für die Versuche verwendet wurden. Allein schon diese Tatsache läßt die Gegensätzlichkeiten der Meinungen begreiflich erscheinen, denn man wird nicht ohne weiteres erwarten dürfen, daß alle Wassertiere die von Pütter angenommene Fähigkeit zur Verwertung gelöster Nahrungsstoffe in dem gleichen Maße besitzen. Teilweise dürften die Gegensätze in den Versuchsergebnissen aber auch auf die Verschiedenheiten der angewandten Versuchsmethoden zurückzuführen sein. Es wird jedenfalls noch sehr vieler Untersuchungen bedürfen, um die heute noch stark klaffenden Lücken zwischen den Ergebnissen der bisherigen Untersuchungen zu schließen. Erst auf Grund eines weit umfangreicheren Tatsachenmaterials, als es bis heute vorliegt, wird es möglich werden, zu den Anschauungen Pütters grundsätzlich Stellung zu nehmen. Mit der vorliegenden Arbeit soll deshalb versucht werden, einen weiteren Beitrag zur Prüfung der von Pütter aufgeworfenen Fragen zu liefern.

II. Material und Methoden

Als Material dienten Eier und Brut von Regenbogenforellen, Laich und Larven von Rana temporaria und weiterhin Daphnia pulex. Die Versuche wurden jeweils nur solange ausgedehnt, als sich die Tiere noch in einwandfreier körperlicher Verfassung befanden. Das war deshalb wichtig, weil nicht so sehr die Lebensdauer der Fische und Kaulquappen als vielmehr die Bestimmung des Trockensubstanzgewichtes als Kriterium herangezogen werden sollte, ob die im Wasser gelösten Nährsubstanzen den Tieren gestatteten, ihre Körpersubstanz zu erhalten, oder vielleicht sogar zu vermehren.

Die Bestimmung der Körpergröße und des Lebendgewichtes allein und daraus gezogene Schlußfolgerungen sind irreführend, da bei

Hungerzuständen Wasser aufgenommen wird und zu den bekannten Hungeroedemen führt.

Einige Autoren, haben diese Trockensubstanzbestimmung nicht vorgenommen. Es ist deshalb auch wahrscheinlich, daß ein großer Teil ihrer irrigen Folgerung auf diese Unterlassung zurückgeführt werden muß.

Die Trockensubstanzbestimmung muß mit Vorsicht vorgenommen werden. Bei den zu beschreibenden Versuchen geschah sie bei 100—102 °C., mit Kontrollwägungen bis zur Konstanz des Gewichtes. Die Methode der Trockensubstanzbestimmung von Krizenecky dürfte wohl insofern einen Fehler aufweisen, als dieselbe bei einer Temperatur, die zwischen 60 und 80 °C. schwankte, vorgenommen wurde. Eine Nachprüfung dieser Methode zeigte, daß man Fehlergebnisse erhalten kann, die bis zu einem Prozent betragen. Eine zu lange Erhitzung bei 102 °C. darf allerdings auch nicht stattfinden, da sonst Zersetzung und Oxydation der organischen Substanz eintritt, die sich durch eine Zunahme des Gewichtes bemerkbar macht, wie ich durch einige Versuche feststellte.

Als Nährsubstanzen, die ich in Lösung brachte, dienten Witte-Pepton, Glukose, Asparaginsäure und Pepton + Glukose. In einigen Versuchen wurde diesen Nährlösungen eine Farbstofflösung aus Trypanblau in Verdünnungen von 1:30 000 bis 1:50 000 zugesetzt. Bei den Daphnienversuchen verwendete ich in einer besonderen Serie noch filtriertes Aquariumwasser.

Glukose und Asparaginsäure sind bei Zimmertemperatur vollkommen wasserlöslich, während ich die Peptonlösung nach leichter Erwärmung 2 mal durch ein Filter schicken mußte, um sie klar und rein zu erhalten. Eine Trübung der Nährlösung trat nirgends ein, sodaß ich bei möglichst steriler Durchführung der Versuche damit rechnen konnte, eine übermäßige Entwicklung der Bakterien hintan gehalten zu haben. Die Nährlösungen wurden täglich kurz vor Versuchsbeginn hergestellt und den Versuchsbecken erst dann zugesetzt, wenn sie dieselbe Temperatur wie das Wasser in diesen hatten.

Bei der Herstellung der Nährlösung, die für die Versuche mit Daphnien bestimmt war, ließ ich besondere Sorgfalt walten. Diese Lösungen wurden durch keimdichte Seitzfilter mit Hilfe einer Wasserstrahlpumpe durchgesaugt und in sterilisierten Gefäßen aufbewahrt.

Die Durchführung meiner Untersuchung erforderte entsprechend der Pütter'schen These eine Teilung in zwei Abschnitte, die gegeben waren durch die Fragen:

1. Nehmen Wassertiere gelöste Nährstoffe auf?
2. Erfolgt die Nährstoffaufnahme durch die Haut, den Darm oder die Kiemen?

Gilt es doch, bei einer Aufnahme gelöster Substanzen dreierlei Möglichkeiten zu unterscheiden:

1. Die gelösten Stoffe werden nur parenteral aufgenommen.
2. Die gelösten Stoffe werden nur enteral aufgenommen.
3. Die gelösten Stoffe werden teils parenteral, teils enteral aufgenommen.

Auf Einzelheiten in den Versuchsanordnungen werde ich bei der Besprechung der Versuche selbst näher eingehen.

III. Versuche mit Forellen

1. Versuchsanordnung

Ich verwendete zu meinen Versuchen Regenbogenforellen, die aus der Fischzuchtanstalt des Bayerischen Landesfischerei-Vereins in Starnberg und aus der Teichwirtschaftlichen Versuchsanstalt Wielenbach in Obb. stammten. Nach dem kurzen Transport von Starnberg bezw. Wielenbach nach München wurden die Eier in Bruttröge verbracht und dort ständig unter Kontrolle gehalten.

Die Eier befanden sich bei den Versuchen nur mit Unterbrechungen in den Nährlösungen, im Durchschnitt täglich ca. 16 Stunden. Gegen Abend wurde die Wasserzufuhr abgestellt und nach Zusatz der Nährlösungen eine Durchlüftung eingeschaltet, die den Sauerstoffgehalt des Wassers immer so hoch hielt, daß die Eier bzw. die Brut stets ausreichend mit Sauerstoff versehen waren.

Um zu prüfen, ob überhaupt irgend welche Stoffe die Eihaut zu durchdringen vermögen, oder von der Epidermis der Forellen aufgenommen werden, setzte ich bei einigen Versuchen gleichzeitig mit den Nährlösungen eine Lösung von Trypanblau in einer Verdünnung von 1:30000 zu. Ferner sollte damit auch geprüft werden, ob in denjenigen Serien, in denen Nährstoffe zugesetzt wurden, mehr Farbstoff in der Haut nachzuweisen sein würde, als in der nährstoffreien Serie.

Das Trypanblau wirkte sehr intensiv auf die Eier ein, denn schon nach wenigen Stunden hatten sie sich blau gefärbt. Von Zeit zu Zeit wurden Embryonen aus den Eischalen herauspräpariert und unter dem Binokularmikroskop daraufhin untersucht, ob der Farbstoff auch in den Körper der Embryonen eingedrungen war oder lediglich die Eihaut gefärbt hatte. Das Ergebnis war in den einzelnen Nährlösungen sehr verschieden. Die früheste Einwirkung ließ sich nach 33 Stunden erkennen. Dabei war jedoch nur der Darm leicht gefärbt, nicht aber die Haut und der Dottersack.

Weiterhin wurde bei allen Versuchen stets die gleiche Nähr- bzw. Farbstoffkonzentration angewendet. Von Pepton und Glukose wurden je 0,25 gr pro Liter, von der Asparaginsäure 0,01 gr pro Liter in

Lösung gebracht. Bei den ersten Versuchen wurden 5 Serien angesetzt und zwar:

1) Pepton + Farbstoff
2) Glukose + Farbstoff
3) Asparaginsäure + Farbstoff
4) Farbstoff ohne Nährstoffe
5) Kontrolle mit reinem Wasser.

Später wurde noch eine weitere Serie hinzugefügt und zwar Pepton + Glukose $\widehat{aa}$ 0,25 gr pro Liter.

Als die Fischchen zu schlüpfen begannen, ging dies in der Kontrollserie ohne Schwierigkeiten von statten, dagegen blieben die Fischchen in den gefärbten Lösungen sehr oft mit dem Dottersack eingeklemmt in der Eischale hängen und konnten sich nicht davon befreien. Der Farbstoff hatte die Eierschalen scheinbar etwas gehärtet. Wurden diese Tiere vorsichtig aus der Eischale befreit, so lebten sie alle ohne Schädigung weiter, ließ man sie aber in diesem Zustand, so wurden die großen Dottersackgefäße abgeschnürt und der Tod trat bald danach ein. Selbst bei den am Leben gebliebenen Tieren verwischte sich die Einschnürungsfurche nicht mehr, sondern blieb für die ganze Zeit des Dottersackstadiums bestehen.

Nach dem Schlüpfen wurde zunächst kein Farbstoff mehr zugesetzt, sondern jeweils erst wieder 2 Tage vor der Fixierung um evtl. bei mikroskopischen Präparaten prüfen zu können, ob und wieweit Farbe in den Tierkörper eingedrungen war.

Außerdem wollte ich direkt durch Wägungen feststellen, ob sich auch an den Eiern eine Wirkung der Nährlösung feststellen ließe. Ich führte den Versuch in der Weise durch, daß ich in jede Versuchsreihe 2 Glasschälchen mit je einem Ei einstellte. Davon wurde das Ei Nr. I jeden Tag, das Ei Nr. II nur zu Anfang und zu Ende des Versuchs gewogen, und auch gewisse Gewichtsschwankungen festgestellt, die ich in einer Tabelle zusammengestellt später bringe. Jeweils beim Platzen der Eischale sank das Gewicht, was nicht weiter zu verwundern ist, da dabei die perivitelline Flüssigkeit auslief. Die Wägung wurde so vollzogen, daß die Eier vor dem Wägen auf Filtrierpapier getrocknet und dann in eine abgewogene Wassermenge eingebracht wurden. Diese Behandlung hatte auf die Eier keine nachteilige Wirkung. Nur ein Ei in der Peptonserie der Versuchsreihe 2 starb kurz vor dem Ausschlüpfen ab. Wie die später ausgeführten Wägungen zeigen, kann dieses Verfahren als gut angesehen werden, da die einzelnen Wägungen stets sehr gut übereinstimmten.

Die Trockensubstanz wurde immer in gewissen Intervallen und an wahllos herausgefischten Tieren bestimmt; wenn dies einmal früher geschah, als beabsichtigt war, so lag der Grund dafür in mikroskopisch kleiner, beginnender Verpilzung der Kiemen. Die Pilze fanden in den

Nährlösungen einen sehr guten Nährboden und ihr Auftreten ließ sich zuweilen nur sehr schwer verhindern. Durch häufiges Reinigen der Bruttröge ließ sich die Entwicklung hemmen, aber nicht ganz vermeiden. Besonders als die Tage wärmer wurden, trat leicht Pilzbildung auf. Die Temperatur des Wassers betrug im Durchschnitt 8 °C., während der ganzen Versuchsdauer. Über Nacht, während die Durchströmung mit Wasser abgestellt war, stieg sie ab und zu um 1,0—1,5 °C. an. Diese Temperatursteigerung hat, wie Willer nachweisen konnte, bei den Forellen keine beschleunigte Entwicklung im Gefolge.

Um im Rahmen dieser Untersuchung möglichst viele Einzelresultate zu erhalten, führte ich im ganzen 5 Versuchsreihen im Jahre 1931 und vier im Jahre 1932 durch, deren Ergebnisse und Nebenerscheinungen ebenso wie sonstige Beobachtungen bei den Zusammenstellungen übersichtlich wiedergegeben werden sollen.

2. Die Versuche und ihre Ergebnisse.

Am 3. März 1931 erhielt ich 235 Stück Regenbogenforelleneier von der Fischzuchtanstalt des B. L. F. V. in Starnberg, die bereits Augenpunkte hatten. In die einzelnen Versuche nahm ich jedoch nur 10 Stück, um Veränderungen an den Eiern während der Entwicklung gut überwachen zu können. Während der ersten Tage ließ ich die Eier ohne Zusatz gelöster Nährstoffe, damit sie sich an das neue Wasser gut anpassen könnten, da das Münchener Leitungswasser sehr kalkreich ist. Es enthält durchschnittlich 9—10 mgr Sauerstoff im Liter und hat 15 deutsche Härtegrade. Die Entwicklung, ging auch ohne Störung und größere Verluste von statten, sodaß ich am 10. März mit dem Zusatz der Nährlösungen beginnen konnte.

a) Versuchsreihe 1

Hier wurden 5 Einzelversuche angesetzt und zwar:

1. Mit Pepton (0,25 gr pro Liter)
2. Mit Glukose (0,25 gr pro Liter)
3. Mit Asparaginsäure (0,01 gr pro Liter)
4. Mit reiner Farbstofflösung (1:30000)
5. Mit reinem Leitungswasser als Kontrolle.

In allen Versuchsbecken mit Nährlösung wurde auch Farbstoff in einer Verdünnung von 1:30000 zugesetzt.

Gleich zu Beginn des Versuches legte ich mir eine Tabelle über die Schlüpfzeiten der Brut an und konnte die Feststellung machen, daß die Peptonfischchen früher schlüpften, als die Fischchen der anderen Versuche. Aus der folgenden Tabelle sind die Schlüpfzeiten der Eier in den einzelnen Versuchen ersichtlich.

Tabelle I (Versuchsreihe 1)

Pepton	Glukose	Asp. Säure	Farbstoff	Kontrolle	Datum
—	–	—	—	—	10. 3.
1	—	—	—	—	11. 3.
1	1	—	–	–	12. 3.
1	1	—	1	—	13. 3.
6	2	1	—	4	14. 3.
—	1	3	–	1	15. 3.
–	2	3	6	3	16. 3.
—	1 +	– (2+)	2	1	17. 3.

Man ersieht aus der Tabelle eine deutliche Beschleunigung des Schlüpfens in der Peptonserie. Die Schlüpfzeiten der anderen Serien folgten in nicht sehr großem Abstand derjenigen des Peptons, lagen aber auch nicht wesentlich früher als bei der Kontrolle. Erst als die Fischchen in der Peptonserie alle geschlüpft waren, begannen diejenigen der Kontrolle zu schlüpfen, sodaß nicht anzunehmen ist, daß es sich hier um einen Zufall handelt, sondern mehr an eine Reizwirkung des Peptons zu denken ist.

In der Glukose- und Asparaginsäurelösung starben ein bzw. zwei Eier ab, während die anderen ohne Anzeichen einer Schädigung schlüpften. Von jeder Serie wurde je ein Fischchen für die histologische Untersuchung des Darmes und der Haut fixiert.

Der Zusatz der Nährlösung wurde bis zum 25. 3. 31 fortgesetzt und dann die Trockensubstanz bestimmt. Der Abbruch des Versuches erfolgte wegen einer Störung, sodaß die Tiere leider nicht länger beobachtet werden konnten.

Da die Tiere in 5 Liter Wasser waren, glaubte ich es wagen zu können, die Durchlüftung wegzulassen, doch zeigte sich am anderen Tage eine Schädigung insofern, als die Fischchen der Peptonserie apathisch auf dem Boden des Gefässes umherlagen und heftige Atembewegungen ausführten. Die daraufhin durchgeführte Sauerstoffbestimmung ergab, daß der Sauerstoffgehalt in der Peptonserie von 10,89 mgr im Leitungswasser auf 3,93 mgr gesunken war, während das mit Luft durchströmte Pepton nach 16 Stunden immer noch 5,65 mgr Sauerstoff pro Liter enthielt. Weitere Untersuchungen zeigten, daß das Pepton schon bei seiner Lösung im Wasser sauerstoffzehrend wirkt, da der Sauerstoffgehalt sofort nach dem Zusetzen des Peptons nur noch 7,39 mgr pro Liter beträgt. Bei den weiteren Versuchen wurde auf diese Eigenschaft des Peptons Rücksicht genommen, um zu vermeiden, daß die Tiere in ihrer Entwicklung durch Sauerstoffmangel gestört würden. Die Sauerstoffbestimmung wurde nach der Winkler-Methode durchgeführt.

Im weiteren Laufe des Versuches starben in den einzelnen Serien einige Tiere ab und zwar ausschließlich durch Unfälle sodaß die Trockensubstanzbestimmung nur noch an einem Bruchteil der ursprünglichen Anzahl der Fischchen durchgeführt werden konnte.

Die Fischchen wurden dem Becken entnommen, mit Fließpapier abgetrocknet und dann das Lebendgewicht bestimmt. Daraufhin wurden sie bei 100 — 102 °C. getrocknet bis zur Konstanz des Gewichtes. Um das Verhältnis zwischen Trockensubstanz und Wassergehalt der Tiere übersichtlicher zu machen, wurden dieselben durch ihren prozentischen Wert in der Tabelle dargestellt.

Tabelle II — Versuchsreihe 1 (26. 3. 31)

	Stückzahl	Gesamtlebendgew. gr	Gesamttrockensubstanz gew. gr	Wasser %	Trockensubstanz %	Mittelwerte Lebend - Troken gew.	subst.
Pepton	5	0,2858	0,0779	72,74	27,26	0,0571	0,0155
Glukose	5	0,3253	0,0861	73,53	26,47	0,0650	0,0172
Asparag Säure	4	0,2558	0,667	73,92	26,08	0,0639	0,0166
Farbstoff	7	0,4241	0,1128	73,40	26,60	0,0605	0,0161
Kontrolle	9	0,5500	0,1521	72,35	27,65	0,0611	0,0169

Die in der Tabelle II zusammengestellten Vergleichswerte zeigen keinen Einfluß der Nährlösung auf das Trockensubstanzgewicht der Versuchstiere. Im Gegenteil, mit Ausnahme der Glukoseserie ist das Trockensubstanzgewicht in den Serien mit Nährlösungen sogar geringer als in der Kontrollserie. Das gegenüber der Kotrollserie nur um 0,003 gr höhere Trockensubstanzgewicht in der Glukoseserie, läßt jedenfalls noch keinerlei Schluß auf eine günstige Wirkung dieses Nährstoffzusatzes zu. Bei der Pepton- bzw. bei der Asparaginsäureserie bleibt das Trockensubstanzgewicht um 0,0014 gr bezw. 0.0003 gr hinter dem Trockensubstanzgewicht der Kontrolle zurück. Der Wassergehalt ist bei keiner Serie annormal; er steht vollkommen in Einklang mit demjenigen der Kontrollserie.

Da die frischgeschlüpfte Brut mit sehr viel Nahrungsvorrat in Gestalt des großen Dottersackes versehen ist, könnte man vermuten, daß aus diesem Grunde hier keine Verwendung der im Wasser gelösten Nährsubstanzen stattgefunden habe. Darüber sollen spätere Versuche mit älterer Brut weiteren Aufschluß geben.

b) Versuchsreihe 2

Die Versuchsreihe 2 begann am 19. März 1931. Die Anordnung der einzelnen Versuchsserien und die Konzentration der Nährlösungen bezw. der Farbstofflösung war dieselbe wie bei der Versuchsreihe 1.

In jeder Serie wurden 20 Eier in den Versuch genommen. Die Eier stammten aus der Teichwirtschaftlichen Versuchsanstalt Wielenbach in Obb.

Da die Eier bei diesen Versuchen von anderen Forellen stammten, war es mir von Interesse, zu verfolgen, ob sich diese Eier den Eiern der Versuchsreihe 1 gegenüber bei der Versuchsdurchführung verschieden verhalten würden. Eine etwaige Übereinstimmung der Versuchsresultate zwischen der Versuchsreihe 1 und 2 ließe dann daran denken, daß irgend welche Abweichungen des Verhaltens der Tiere in den Nährlösungen im Vergleich mit den Tieren der Kontrollserien, physiologisch bedingt und nicht als Zufälligkeit aufzufassen wären. Bei diesem Versuch wurden die Nährlösungen gleich vom 1. Tage an verabreicht, die Zugabe der Farbstofflösung geschah wie bei der Versuchsreihe 1.

Der Versuch wurde so variiert, daß in jedem Becken 2 Eier von von den übrigen abgesondert wurden. Das Ei Nr. I wurde jeden Tag, das Ei Nr. II nur zu Beginn des Versuchs und dann wieder beim Schlüpfen des Fischchens gewogen. Die Entwicklung der Eier ging trotz des täglichen Wägens ohne Störung vonstatten. In der Tabelle III a sind die Schlüpfzeiten, in der Tabelle III b ist das Gewicht der Eier aufgeführt. Die Tabelle III a ist so zu verstehen, daß die Zahlen in den verschiedenen Rubriken die Anzahl der an dem entsprechenden Tag geschlüpften Fischchen angeben. Das Gewicht der abgesonderten Eier bei den einzelnen Wägungen ist aus der Tabelle III b ersichtlich und dort in Gramm angegeben. Eine umrahmte Zahl bedeutet, daß das Fischchen an diesem Tage schlüpfte.

Tabelle III a — Versuchsreihe 2

Datum	Pepton	Glukose	Asp. Säure	Farbstoff	Kontrolle
19. 3.	—	—	—	—	—
20 3	1	—	—	—	
21. 2.	2	—	—	1	1
22. 3.	9	—	2	—	1
23. 3.	3	1	4	2	2
24. 3.	1	11	5	6	5
25. 3	—	4	3	6	2
26. 3	—	—	—	1	4
27. 3	3	1	1	1	
28 3	—	—	2	1	2
29 3	—	2	—	—	1
30 3.	—	—	—	—	1
31. 3.	—	—	—	—	

Die Tatsache, daß am Schlüpftage das Gewicht der Embryonen sinkt, ist zu verstehen, wenn man bedenkt, daß bei der Wägung der geschlüpften Fischchen außer der perivitellinen Flüssigkeit auch die Eihaut in Wegfall kommt.

Tabelle III b — Versuchsreihe 2

Datum	Pepton		Glukose		Asp. Säure		Farbstoff		Kontrolle	
	Ei I.	Ei II.	Ei I.	Ei II.	Ei I.	Ei II.	Ei I.	Ei II.	Ei I.	Ei II.
19. 3.	0,0981	0,0874	0,0688	0,0718	0,0887	0,0825	0,0905	0,0972	0,0751	0,0752
20. 3.	0,0981	**0,0804**	0,0689		0,0891		0,0904		0,0751	**0,0705**
21. 3.	0,0982		0,0690		0,0891		0,0903		0,0752	
22. 3.										
23. 3.	0,0999		0,0698	**0,0690**	0,0896	**0,0801**	0,0904		0,0753	
24. 3.	0,1014		0,0713		0,0898		**0,0903**		0,0771	
25. 3.	0,1062		0,0771		0,0896		0,0905		**0,0680**	
26. 3.	0,1019		**0,0670**		0,0897		0,0901			
27. 3.	0,0985				**0,0874**		0,0900			
28. 3.	0,0985						**0,0786**			
29. 3.										
30. 3.	0,0996							**0,0822**		
31. 3.	+									

Auch hier ersieht man wie bei der Versuchsreihe 1 aus der Tabelle eine Beschleunigung des Schlüpfens der Fischchen in der Peptonserie. Wenn auch die Schlüpfzeiten der anderen Serien in nicht allzu großem Abstand denen der Peptonserie folgen, so stimmen sie doch mehr mit denen der Kontrollserie überein. Das abgesondere Ei I in der Peptonserie ist, wie schon im vorhergehenden Kapitel erwähnt, nicht zum Schlüpfen gekommen. Aus dem plötzlichen Gewichtsanstieg dieses Eies am 23. / 24. / 25. 3. und dessen nachherigem Gewichtsabfall läßt sich schließen, daß der Embryo um diese Zeit abstarb. Nach dem Eröffnen der Eischale zeigte sich der Inhalt des Dottersackes zu einer weißen Masse geronnen und es ist daher die Gewichtsschwankung wahrscheinlich auf eine chemische Veränderung dieser Massen zurückzuführen. Wie die Gewichte der Eier, die sich in den Nährlösungen befanden, erkennen lassen, trat bei diesen eine leichte Gewichtszunahme ein. Bei der Kontroll- und Farbstoffserie kann von einer Gewichtserhöhung nicht gesprochen werden. Die geringe Zunahme bei der Kontrollserie kann auf Wägefehlern beruhen.

In der Farbstoffserie schlüpften die Fischchen im Verlauf von 8 Tagen, ohne daß ein Ei abgestorben wäre. Es kann deshalb mit großer Sicherheit angenommen werden, daß der Farbstoff keinen schädlichen Einfluß auf die Eier ausübte.

Ob die Gewichtszunahme der Eier in den Nährlösungen auf eine Reizwirkung der gelösten Substanzen zu erhöhter Wasseraufnahme

zurückzuführen ist, oder ob tatsächlich Nährlösungen aufgenommen wurden, kann zunächt nicht entschieden werden.

Am 9. 4. wurden je 5 Fischchen den einzelnen Nährlösungen entnommen und deren Trockensubstanz bestimmt. Zu diesem Zeitpunkt waren dieselben etwa $2^1/_2$ Wochen alt.

Tabelle IV. Versuchsreihe 2 (9. 4. 31)

	Stückzahl	Gesamtlebendgew. gr	Gesamttrockensubstanz gew. gr	Wasser %	Trockensubstanz %	Mittelwerte Lebend - Trocken gew.	subst.
Pepton	5	0,4399	0,1346	69,40	30,60	0,0879	0,0269
Glukose	5	0,4223	0,1148	72,82	27,18	0,0844	0,0229
Asparag. Säure	5	0,4718	0,1505	68,10	31,90	0,0943	0,0301
Farbstoff	5	0,3855	0,1388	63,99	36,01	0,0771	0,0277
Kontrolle	5	0,4018	0,1356	66,25	33,75	0,0803	0,0271

Ein Vergleich der Mittelwerte des Lebendgewichtes in der Tabelle IV zeigt in allen Nährstofflösungen ein höheres Gewicht als bei der Kontrollserie und bei der Farbstoffserie, die um 0,0032 gr hinter dem Gewicht der Kontrollserie zurückbleibt. In diesen $2^1/_2$ Wochen hatte sich bei diesen Tieren der Dottersack um die Hälfte verringert; sein Inhalt wurde zum Körperaufbau verwendet. In diesen Lebensalter beginnen die Fischchen in der Natur geformte Nahrung aufzunehmen. In den Nährlösungen stand ihnen aber keine solche zur Verfügung und man könnte deshalb annehmen, daß die Nährstoffbedürftigen Tiere aus jeder Nahrungsquelle Nutzen ziehen würden und in diesem Fall die gelösten Substanzen als Nahrung verwendet hätten. Betrachten wir nun aber die Werte für den Wassergehalt in den einzelnen Serien, so sind diese in sämtlichen Nähstoffserien um ein Beträchtliches höher als in der Kontrollserie und in der Farbstoffserie, so in der Glukoselösung um 6,57 %, in der Peptonlösung um 3,25 % und in der Asparaginsäurelösung um 1,95 %. Diese Zahlen lassen mehr vermuten, das die Nährlösungen statt einer Nährwirkung einen schädigenden Einfluß auf die Tiere ausübten, der zu einer erhöhten Wasseraufnahme Anlaß gab.

Der Vergleich der Mittelwerte der Trockensubstanzgewichte zeigt, daß eine Gewichtserhöhung bei den Nährlösungen nur in der Asparaginsäureserie um 0,0030 gr und außerdem in der Farbstoffserie um 0,0006 gr stattgefunden hat, während das Gewicht in der Pepton- und Glukoseserie um 0,0002 gr bezw. um 0,0052 gr gesunken ist.

Eine Woche später, am 18. 4. 31 wurde die Trockensubstanz von allen noch im Versuche befindlichen Tieren bestimmt, es waren dies im

ganzen 20 Stück, die sich auf die einzelnen Serien verteilten, wie Tabelle V zeigt.

Tabelle V — Versuchsreihe 2 (18. 4. 31)

	Stückzahl	Gesamtlebendgew. gr	Gesamttrockensubstanzgew. gr	Wasser %	Trockensubstanz %	Mittelwerte Lebend-Trockengew.	subst.
Pepton	5	0,5457	0,1153	78,87	21,13	0,1091	0,0230
Glukose	—	—	—	—	—	—	—
Asparag. Säure	4	0,4515	0,0999	75,96	24,04	0,1123	0,0249
Farbstoff	3	0,3529	0,0661	80,83	19,17	0,1176	0,0220
Kontrolle	8	0,9221	0,1679	81,79	18,21	0,1152	0,0209

Der Dottersack war als solcher nur noch an einer schwachen Hervorwölbung an der Bauchseite zu erkennen. Die Fischchen waren immer munter und sehr beweglich. In der Glukoseserie gingen leider sämtliche Fischchen durch einen unglücklichen Zufall zugrunde; die Bestimmung der Trockensubstanz konnte deshalb in dieser Serie nicht vorgenommen werden.

Das mittlere Trockensubstanzgewicht der Fischchen aus den Nährlösungen zeigt hier in beiden Fällen höhere Werte als das der Fischchen der Kontrollserie. Dieses Ergebnis scheint also zunächst für eine Ausnützung der gelösten Stoffe zu sprechen. Vergleicht man jedoch diese Werte mit den Werten der ersten Trockensubstanzbestimmung, so ist ein ganz bedeutendes Herabsinken des mittleren Trockensubstanzgewichtes in allen Serien zu bemerken. Zieht man bei diesem Vergleich noch die prozentischen Zahlen des Wassergehaltes bei der ersten und der zweiten Trockensubstanzbestimmung in Betracht, so sieht man hieraus ein Hinaufschnellen derselben um 9,47% in der Peptonserie, um 7,86% in der Asparaginsäure, um 16,84% in der Farbstoffserie und um 15,54% in der Kontrollserie.

Zusammenfassend läßt sich über das Ergebnis dieser Versuchsreihe sagen, daß die Trockensubstanzgewichte der Fischchen aus den Nährlösungen später zwar höher sind als in der Kontrolle, jedoch innerhalb einer Woche eine starke Abnahme zeigen, während der Wassergehalt mit zunehmender Dauer des Versuches rasch ansteigt.

Aus diesen Erscheinungen kann geschlossen werden, daß die gelösten Stoffe nicht im Stande sind, den Nahrungsbedarf des Körpers für Wachstum und Ersatz verbrauchter Energie ganz zu decken, sondern daß beim Fehlen geformter Nahrung Stoffwechselstörungen eintreten, die den Organismus schädigen und wahrscheinlich bei den hier verwendeten Versuchstieren zum Tode geführt haben würden.

Doch will ich zunächst meine weiteren Versuchsreihen anführen, um erst dann aufgrund ihrer Ergebnisse ein abschließendes Urteil abzugeben.

c) Versuchsreihe 3

Diese Versuchsreihe wurde am 3. April 1931 angesetzt. Es wurden etwa 3 Wochen alte Forellen in den Versuch genommen, die sich bisher in reinem Wasser befunden hatten. Die Fischchen waren unter meiner Kontrolle geschlüpft, die Eier stammten aus der teichwirtschaftl. Versuchsanstalt in Wielenbach.

Mit dieser Versuchsreihe sollte näher untersucht werden, wie sich ältere Tiere den gelösten Nährstoffen gegenüber verhalten. Die Versuchsanordnung wurde hier etwas anders als bisher gewählt. Es wurden nur 4 Serien angesetzt:

1. Mit Pepton (0,25 gr pro Liter)
2. Mit Glukose (0,25 gr pro Liter)
3. Mit Pepton + Glukose ($\widehat{aa}$ 0,25 gr pro Liter)
4. Kontrolle in reinem Wasser.

Als Versuchsdauer wurde ein Intervall von 15 Tagen gewählt, zu dessen Beginn und Ende jeweils die Trockensubstanz bestimmt wurde. Zur Erleichterung des Vergleiches sind beide Trockensubstanzbestimmungen in der Tabelle VI zusammen dargestellt.

Die Trockensubstanz der Kontrollserie vom 3. 4. beträgt im Mittel 0,0161 gr; diejenige vom 16. 4. mit 0,0191 gr ist um 0,0030 gr höher. Da die Fischchen in den einzelnen Serien verschiedene Größe hatten, so ist es leicht möglich, daß bei der Trockensubstanzbestimmung am 3. 4. kleinere Tiere herausgenommen wurden, während am 16. 4. etwas größere zur Verarbeitung kamen. Die Trockensubstanzgewichte der Fischchen in den einzelnen Nährlösungen dagegen sind alle sehr stark gesunken im Vergleich mit dem Trockensubstanzgewicht der Kontrollserie vom 3. 4. So beträgt die Differenz der Mittellwerte bei der Peptonserie 0,0022 gr, bei der Glukoseserie 0,0038 gr und bei der Pepton- + Glukoseserie 0,0040 gr.

Tabelle VI — Versuchsreihe 3 (3. u. 16. 4. 1931)

Datum		Stückzahl	Gesamtlebendgew. gr	Gesamttrockensubstanz gew. gr	Wasser %	Trockensubstanz %	Mittelwerte Lebend - Trocken	
							gew.	subst.
16. 4.	Pepton	8	0,6574	0,1112	83,09	16,91	0,0821	0,0139
16. 4.	Glukose	5	0,3766	0,0619	83,56	16,44	0,0753	0,0123
16. 4.	Ppt. Glk.	11	0,6251	0,1332	78,64	21,36	0,0568	0,0121
16. 4.	Kontrol.	7	0,6718	0,1337	80,10	19,90	0,0959	0,0191
3. 5.	Kontrol.	7	0,4502	0,1129	74,93	25,07	0,0643	0,0161

Gleichzeitig ist eine Zunahme des Wassergehaltes bei allen Fischchen eingetreten, sie beträgt bei der Peptonserie 8,16%, bei der Glukoseserie 9,63% und bei der Pepton + Glukoseserie 3,71%. Dieses Wasser bedingt auch das hohe Lebendgewicht der Tiere in der Pepton- und Glukoseserie, während es bei der Pepton- + Glukoseserie etwas unter dem Gewicht der Kontrolle geblieben ist. Der Zunahme des Körpergewichtes entspricht also eine Zunahme des Wassergehaltes; gleichzeitig trat nicht nur eine relative, sondern auch eine absolute Abnahme der Trockensubstanz ein. Die Ergebnisse der drei Versuchsserien stimmten alle gut überein und berechtigten wohl zu der Annahme, daß starke Stoffwechselstörungen und bereits Inanitionszustände eingetreten waren.

Da das Volumen der Fischchen sich während des Versuches nicht verändert hat (durch Messungen festgestellt) der Wassergehalt aber gestiegen ist, müssen bei diesen Tieren oedematöse Zustände bestanden haben. Es braucht bei diesen Verhältnissen nicht besonders betont zu werden, daß die Körperfunktionen stark gestört sein mußten und dieser Zustand wohl bald den Tod zur Folge gehabt haben würde. Von einer Kräftigung des Organismus, wie sie Krizenecky und Podhradsky beschreiben, kann also sicher keine Rede sein. Bei diesen Versuchsserien ist gerade so, wie bei den vorhergehenden, eine Ausnützung von gelösten Substanzen zu verneinen.

d) Versuchsreihe 4.

Die Versuchsreihe 4 wurde mit frisch geschlüpften Forellen, deren sich je 40 Stück in den einzelnen Serien befanden, durchgeführt. Sie wurde am 12.4.31 angesetzt. Die Eier stammten aus der teichwirtschaftl. Versuchsanstalt Wielenbach. Der Versuch wurde diesmal wieder mit 5 Serien durchgeführt.

1. Mit Pepton (0,25 gr pro Liter)
2. Mit Glukose (0,25 gr pro Liter)
3. Mit Asparaginsäure (0,01 gr pro Liter)
4. Mit Farbstofflösung (1:30000)
5. Mit reinem Leitungswasser als Kontrolle.

Die erste Bestimmung der Trockensubstanz wurde mit je 8 Tieren, die den einzelnen Serien entstammten am 18. 4. 31 vorgenommen.

Tabelle VII — Versuchsreihe 4 (18. 4. 31)

	Stückzahl	Gesamtlebendgew. gr	Gesamttrockensubstanzgew. gr	Wasser %	Trockensubstanz %	Mittelwerte Lebendgew.	Mittelwerte Trockensubst.
Pepton	8	0,6320	0,2216	64,92	35,08	0,0790	0,0277
Glukose	8	0,6473	0,2323	64,11	35,89	0,0809	0,0290
Asparag. Säure	8	0,6540	0,2312	64,65	35,35	0,0817	0,0289
Farbstoff	8	0,6225	0,2200	64,66	35,34	0,0778	0,0275
Kontrolle	8	0,6178	0,2174	64,81	35,19	0,0772	0,0271

Bei diesen 5 Tage alten Fischchen ist das Trockensubstanzgewicht der Serien 2, 3 und 4 etwas höher als bei der Kontrolle. Wie man sieht, aber nicht nur bei den Tieren, die in den Nährlösungen waren, sondern auch bei denjenigen in der Farbstoffserie. Das spricht dafür, daß auch hier wieder die höheren Trockensubstanzgewichte nicht der Einwirkung gelöster Nährsubstanzen zuzuschreiben, sondern eine Folge der verschiedenen Größe der Versuchsobjekte sind. Da der Wassergehalt bei keiner Serie abnorm hoch ist, und nur zwischen 64 und 65% schwankt, kann hier noch nicht wie bei der vorigen Versuchsreihe, eine Stoffwechselstörung oder Inanition aufgetreten sein. Gerade die Übereinstimmung im Wassergehalt zwischen den einzelnen Serien bestärkt in der Annahme, daß die höheren Trockensubstanzgewichte in den Serien 2 und 3 nicht auf die Einwirkung der gelösten Nährsubstanzen zurückzuführen sind, sondern daß entsprechend dem höheren Lebendgewicht auch die Trockensubstanzgewichte höher sind.

Bei der Weiterführung des Versuches trat in den folgenden Tagen eine starke Sterblichkeit auf, sodaß ich gezwungen war, die 2. Trockensubstanzbestimmung schon 10 Tage später, am 28. 4. 31 an je 15 Tieren der einzelnen Serien durchzuführen. Die eingegangenen Fischchen untersuchte ich mikroskopisch, ohne jedoch irgend welche pathologischen Veränderungen feststellen zu können.

Tabelle VIII Versuchsreihe 4 (28. 4. 1931)

	Stückzahl	Gesamtlebendgew. gr	Gesamttrockensubstanz gew. gr	Wasser %	Trockensubstanz %	Mittelwerte Lebend - Trocken	
						gew.	subst.
Pepton	15	1,3839	0,3714	73,16	26,84	0,0922	0,0247
Glukose	15	1,4382	0,3602	74,37	25,63	0,0952	0,0240
Aspar. Säure	15	1,5459	0,3937	74,53	25,47	0,1030	0,0262
Farbstoff	15	1,4660	0,3716	74,65	25,35	0,0977	0,0247
Kontrolle	15	1,5593	0,3939	74,55	25,45	0,1039	0,0262

Auch hier ergibt sich in allen Nährstoffserien wie auch bei der Farbstoffserie und der Kontrolle eine Abnahme des Trockensubstanzgewichtes gegenüber der ersten Trockensubstanzbestimmung vom 18. 4. 31. Der Wassergehalt hat in diesen 10 Tagen um rund 10% in allen Serien zugenommen. Da die mittleren Trockensubstanzgewichte der Tabelle VIII bei den einzelnen Nährlösungen niedriger oder höchstens gleich dem Trockensubstanzgewicht der Kontrollserie sind, so kann man auch bei diesem Versuch nicht von einer Ausnutzung der gelösten Substanzen sprechen. Es scheint also, daß der Organismus auf die umgebenden Nährstoffe überhaupt nicht anspricht. Aus der Abnahme der Trockensubstanzgewichte geht hervor, daß

nicht einmal der Energiebedarf gedeckt wird, sodaß die Tiere nach einem gewissen Zeitraum infolge des Nahrungsmangels an Selbstzehrung gestorben wären.

c) Versuchsreihe 5.

Die Versuchsreihe 5 wurde ebenfalls am 12. 4. 31 angesetzt. Sie bestand aus 4 Serien, welche je 40 Stück frischgeschlüpfte Forellen enthielten. Die Eier stammten aus der teichwirtschaftl. Versuchsanstalt Wielenbach. Die Versuchsserien wurden durchgeführt:

1. Mit Pepton (0,25 gr pro Liter)
2. Mit Glukose (0,25 gr pro Liter)
3. Mit Pepton + Glukose (aa 0,25 gr pro Liter)
4. Mit reinem Leitungswasser als Kontrolle.

Da sich auch bei diesem Versuch eine erhöhte Sterblichkeit bemerkbar machte, nahm ich bereits am 17. 4. 31 eine Trockensubstanzbestimmung mit je 8 Tieren der einzelnen Serien vor.

Tabelle IX — Versuchsreihe 5 (17. 4. 1931)

	Stückzahl	Gesamtlebendgew. gr	Gesamttrockensubstanz gew. gr	Wasser %	Trockensubstanz %	Mittelwerte Lebend - Trocken gew.	subst.
Pepton	8	0,5988	0,2123	64,55	35,45	0,0748	0,0265
Glukose	8	0,6837	0,2380	65,19	34,81	0,0854	0,0297
Pept.+Gluk.	8	0,6042	0,2158	64,28	35,72	0,0755	0,0269
Kontrolle	8	0,6220	0,2245	63,91	36,09	0,0777	0,0280

Das Trockensubstanzgewicht der Tiere in den Nährlösungen ist mit Ausnahme der Glukoseserie überall niederer als bei der Kontrolle. Das höhere Gewicht in der Glukoseserie kann bei Berücksichtigung des Lebendgewichtes nicht auf die Einwirkung gelöster Substanzen zurückgeführt werden. Der Wassergehalt ist in den 3 Versuchsserien der Kontrolle gegenüber um 0,37, 1,28 und 0,64% höher. Vielleicht deutet dies hier bereits daraufhin, daß Inanitionszustände und Stoffwechselstörungen auftraten.

Am 28. 4. 31 führte ich eine 2. Trockensubstanzbestimmung mit je 15 Stück Forellen aus den einzelnen Serien durch. Eine 3. Trockensubstanzbestimmung konnte auch hier wie bei der Versuchsreihe 4 nicht mehr durchgeführt werden, da alle Tiere, bis auf einige wenige, in den nächsten Tagen eingingen.

Nachdem sich die Tiere 16 Tage in der Nährlösung befunden hatten, ergab sich folgendes:

Tabelle X — Versuchsreihe 5 (28. 4. 1931)

	Stückzahl	Gesamtlebendgew. gr	Gesamttrockensubstanz gew. gr	Wasser %	Trockensubstanz %	Mittelwerte Lebend - Trocken	
						gew.	subst.
Pepton	15	1,5145	0,3725	75,40	24,60	0,1009	0,0248
Glukose	15	1,3988	0,3329	75,65	24,35	0,0932	0,0221
Pept.+Gluk.	15	1,4045	0,3595	74,40	25,60	0,0936	0,0239
Kontrolle	15	1,5427	0,3923	74,57	25,43	0,1026	0,0261

Das Trockensubstanzgewicht der Kontrollserie ist gegenüber demjenigen von 17. 4. 31 um 0,0019 gr geringer; ähnlich verhält es sich mit den Trockensubstanzgewichten der Tiere in den Nährlösungen. Sie sind nicht nur niedriger als bei der Krontrollserie, sondern bleiben auch hinter denjenigen vom 17. 4. 31 zurück, während gleichzeitig der Wassergehalt rapid in die Höhe geschnellt und dadurch das Lebendgewicht in sämtlichen Serien in die Höhe gegangen ist, sodaß eine Köpersubstanzzunahme vorgetäuscht werden könnte. Wie in allen vorhergehenden Versuchen befanden sich die Tiere wahrscheinlich in Zuständen, die mit ein Grund zu der erhöhten Sterblichkeit waren. Offenbar haben die Forellen in allen Serien gehungert und hat eine Ausnützung der gelösten Nährsubstanzen nicht stattgefunden.

Im Jahre 1932 wiederholte ich meine Versuche und kam dabei im Wesentlichen zu den gleichen Ergebnissen, wie im Jahre 1931. In einigen Versuchen war das Trockensubstanzgewicht der Tiere, die sich in den Nährlösungen befanden zwar höher als bei der Kontrolle, von einer Aufnahme der gelösten Nährstoffe kann jedoch nicht gesprochen werden, den die Trockensubstanzgewichte sanken von Bestimmung zu Bestimmung, während gleichzeitig der Wassergehalt stark zunahm. Bei gewissen Gewichtsdifferenzen muß auch hier berücksichtigt werden, daß sie durch die verschiedene Größe der Versuchstiere bedingt sein können.

Diese neuen Versuche aus dem Jahre 1932 will ich nur ganz kurz schildern und hauptsächlich die Tabellen anfügen, aus denen die Ergebnisse abgelesen werden können.

Auf eine Besprechung im Einzelnen kann hier verzichtet werden, da bereits bei den vorhergehenden 5 Versuchsreihen alles wesentliche besprochen wurde und die neueren Versuche, wie erwähnt, keine nennenswerte andere Ergebnisse hatten, als die vorhergegangenen.

f) Versuchsreihe 6.

Beginn am 11. 2. 32 mit frisch geschlüpften Forellen. Die erste Trockensubstanzbestimmung wurde am 11. 2. 32 vorgenommen. Der

besseren Übersicht halber wurde sie in dieselbe Tabelle eingefügt, die die zweite Trockensubstanzbestimmung von 29. 2. 32 darstellt.

Tabelle XI Versuchsreihe 6 (11. u. 29. 2. 1932)

Datum		Stückzahl	Gesamtlebendgew. gr	Gesamttrockensubstanz gew. gr	Wasser %	Trockensubstanz %	Mittelwerte Lebend - Trocken-	
							gew.	subst.
29. 2.	Pepton	21	1,9281	0,4001	79,25	20,75	0,0918	0,0190
29. 2.	Glukose	18	1,4253	0,3271	77,05	22,95	0,0791	0,0181
29. 2.	A. Säure	21	1,5815	0,3819	75,85	24,15	0,0753	0,0181
29. 2.	Ppt. Glk.	25	1,9220	0,4553	76,31	23,69	0,0768	0,0182
29. 2.	Kontrol.	20	1,3963	0,3460	75,22	24,78	0,0698	0,0173
11. 2.	Kontrol.	10	0,6264	0,2269	63,78	36,22	0,0626	0,0226

g) Versuchsreihe 7.

Beginn am 11. 2. 32. Durchgeführt mit Forelleneiern aus Wielenbach. Trockensubstanzbestimmungen wurden vorgenommen zu Beginn des Versuches und dann wieder als die Forellen geschlüpft waren am 29. 2. 32; weiterhin am 8. 3. 32 und am 12. 3. 32. Die erste Trockensubstanzbestimmung wurde wiederum mit der zweiten in eine Tabelle vereinigt.

Tabelle XII Versuchsreihe 7 (11. 2. u. 29. 2. 32)

Datum		Stückzahl	Gesamtlebendgew. gr	Gesamttrockensubstanzgew. gr	Wasser %	Trockensubstanz %	Mittelwerte Lebend - Trocken-	
							gew.	subst.
29. 2.	Pepton	29	1,9987	0,5053	74,72	25,28	0,0689	0,0174
29. 2.	Glukose	30	2,0714	0,5197	74,91	25,09	0,0690	0,0173
29. 2.	A. Säure	30	1,9932	0,5014	74,84	25,16	0,0664	0,0167
29. 2.	Ppt. Glk.	30	2,1785	0,5533	74,60	25,40	0,0726	0,0186
29. 2.	Kontrol.	29	1,9421	0,4781	75,38	24,62	0,0669	0,0164
11. 2.	Kontrol	20	1,3886	0,4416	68,20	31,80	0,0694	0,0220

Tabelle XIII Versuchsreihe 7 (8. 3. 1932)

	Stückzahl	Gesamtlebendgew. gr	Gesamttrockensubstanz gew. gr	Wasser %	Trockensubstanz %	Mittelwerte Lebend - Trocken gew.	subst.
Pepton	15	1,1742	0,2335	81,11	19,89	0,0782	0,0155
Glukose	15	1,1346	0,2343	79,35	20,65	0,0756	0,0156
Asparag. Säure	15	1,1313	0,2307	79,61	20,39	0,0754	0,0153
Pept. + Gluk.	15	1,2015	0,2479	79,37	20,63	0,0801	0,0165
Kontrolle	15	1,1009	0,2286	79,24	20,76	0,0733	0,0151

Tabelle XIV Versuchsreihe 7 (12. 3. 1932)

	Stückzahl	Gesamtlebendgew. gr	Gesamttrockensubstanzgew. gr	Wasser %	Trockensubstanz %	Mittelwerte Lebend - Trocken- gew.	subst.
Pepton	14	1,0519	0,1977	81,21	18,79	0,0751	0,0141
Glukose	40	3,0569	0,5653	81,51	18,49	0,0764	0,0140
Asparag. Säure	43	3,3810	0,6158	81,79	18,21	0,0786	0,0143
Pept + Gluk.	18	1,5290	0,2840	81,43	18,57	0,0849	0,0157
Kontrolle	25	1,9112	0,3640	80,95	19,05	0,0764	0,0145

h) Versuchsreihe 8.

Die Versuchsreihe 8 wurde ebenfalls mit je 30 Stück Forelleneiern, die aus Wielenbach stammten, durchgeführt. Zu Beginn am 8. 3. 32 legte ich mir eine Tabelle über die Schlüpfzeiten an und es bestätigte sich wiederum, was schon die Versuche des Jahres 1931 erbracht hatten. In den beiden Serien, in denen Pepton als Nährlösung geboten wurde, lagen, wie Tabelle XV zeigt, die Schlüpfzeiten früher, als in den anderen Serien. Die erste Trockensubstanzbestimmung, die mit Eier durchgeführt wurde, erfolgte am 8. 3. 32, die nächste Bestimmung am 12. 3. 32 wurde ebenfalls mit Eiern durchgeführt um auch die Verhältnisse am älter werdenden Ei zu untersuchen. Eine 3. Trockensubstanzbestimmung fand dann mit den geschlüpften Fischchen am 22. 3. 32 statt und zum Abschluß des Versuchs wurde am 29. 3. 32 an den noch in den einzelnen Serien verbliebenen Fischchen die Trockensubstanzbestimmung durchgeführt.

Die Tabelle XV gibt in der gleichen Weise wie bei der Versuchsreihe 1 und 2 einen Überblick über die Schlüpfzeiten. Sie beginnt mit dem 16. 3. 32, dem Tag, an dem das erste Fischchen schlüpfte.

Tabelle XV Versuchsreihe 8 (16. — 25. 3. 1932)

Datum	Pepton	Glukose	Asp. Säure	Pept.+Gluk.	Kontrolle
16. 3.	—	—	—	1	—
17. 3.	16	—	—	13	—
18. 3.	11	1	8	9	13
19. 3.	3	9	20	7	15
20. 3.	—	1	—	—	—
21. 3.	—	8	1	—	—
22. 3.	—	9	1	—	1
23. 3.	—		—	—	—
24. 3.	—	2+	—	—	—
25. 3.	—	—	—	—	1+

Die folgenden Tabellen stellen wieder die Gewichtstabellen der Versuchsreihe 8 dar. Die erste Trockensubstanzbestimmung am 8. 3. 32 ist zusammen mit der 2. Trockensubstanzbestimmung vom 12. 3. 32 in der Tabelle XVI aufgeführt. Für die Trockensubstanzbestimmungen vom 22. und 29. 3. 32 stellte ich besondere Tabellen auf.

Tabelle XVI (Eier) Versuchsreihe 8 (8. 3. u. 12. 3. 1932)

Datum		Stückzahl	Gesamtlebendgew. gr	Gesamttrockensubstanz gew. gr	Wasser %	Trockensubstanz %	Mittelwerte Lebend - Trocken-	
							gew.	subst.
12. 3.	Pepton	10	0,8471	0,2900	65,76	34,24	0,0847	0,0290
12. 3.	Glukose	10	0,8387	0,2908	65,33	34,67	0,0838	0,0290
12. 3.	A.Säure	10	0,8192	0,2778	66,07	33,93	0,0819	0,0277
12. 3.	Ppt. Glk	10	0,8271	0,2877	65,22	34,78	0,0827	0,0287
12. 3.	Kontrol.	10	0,8651	0,3064	64,58	35 42	0,0865	0,0306
8. 3	Kontrol.	15	1,2171	0,4217	65,35	34,65	0,0811	0,0281

Tabelle XVII (Forellen) Versuchsreihe 8 (22. 3. 1932)

	Stückzahl	Gesamtlebendgew. gr	Gesamttrockensubstanz gew. gr	Wasser %	Trockensubstanz %	Mittelwerte Lebend - Trocken	
						gew.	subst.
Pepton	10	0,7293	0,2638	63,83	36,17	0,0729	0,0263
Glukose	10	0,7096	0,2510	64,63	35,37	0,0709	0,0251
Asparag. Säure	10	0,7500	0,2608	65,23	34,77	0,0750	0,0260
Pept. + Gluk.	10	0,7777	0,2793	64,09	35,91	0,0777	0,0279
Kontrolle	10	0,7048	0,2431	65,51	34,49	0,0704	0,0243

Tabelle XVIII (Forellen) Versuchsreihe 8 (29. 3. 1932)

	Stückzahl	Gesamtlebendgew. gr	Gesamttrockensubstanzgew. gr	Wasser %	Trockensubstanz %	Mittelwerte Lebend-gew.	Trocken-subst.
Pepton	18	1,3990	0,4491	67,90	32,10	0,0777	0,0249
Glukose	17	1,3733	0,4190	69,49	30,51	0,0807	0,0246
Asparag. Säure	16	1,3777	0,4098	70,25	29,75	0,0854	0,0318
Pept + Gluk.	14	1,1645	0,3710	68,14	31,86	0,0831	0,0262
Kontrolle	6	0,5148	0,1597	68,98	31,02	0,0858	0,0266

i) Versuchsreihe 9.

Am 12. 3. 32 wurde die 4. Versuchsreihe des Jahres 1932 mit je 50 Forelleneiern in den einzelnen Serien angesetzt. Auch hier notierte ich die Schlüpfzeiten, doch war im Gegensatz zu den bisherigen Versuchen diesmal keine wesentliche Beschleunigung des Schlüpfens in der Peptonserie festzustellen.

Die Trockensubstanzbestimmung vom 12. 3. 32 wurde mit Eiern, die vom 22. 3., 29. 3. und 7. 4. mit Brut durchgeführt. Tabelle XIX stimmt ihrer Einrichtung nach mit denen der Versuchsreihen 1, 2 und 8 überein.

Tabelle XIX (Versuchsreihe 9)

Datum	Pepton	Glukose	Asp. Säure	Pept. + Gluk.	Kontrolle
15. 3.	1	1	—	—	—
16. 3.	6	—	1	2	8
17. 3.	17	3	14	4	12
18. 3.	26	35	16	29	29
19. 3.	—	7	17 (+)	14	1
20. 3.	—	2	—	—	—
21. 3.	—	2	1	—	—
22. 3.	—	—	—	1	—

Die erste Trockensubstanzbestimmung vom Beginn des Versuches ist wiederum mit der zweiten vom 22. 3. 32 vereinigt in der Tabelle XX dargestellt.

Tabelle XX Versuchsreihe 9 (12. u. 22. 3. 1932)

Datum		Stückzahl	Gesamtlebendgew. gr	Gesamttrockensubstanz gew gr	Wasser %	Trockensubstanz %	Mittelwerte Lebend - Trocken- gew.	subst.
22. 3.	Pepton	20	1,1405	0,3776	66,89	33,11	0,0570	0,0188
22. 3.	Glukose	20	1,1012	0,3622	67,11	32,89	0,0550	0,0181
22. 3.	A.Säure	20	1,1242	0,3725	66,87	33,13	0,0562	0,0186
22. 3.	Ppt. Glk	20	1,1632	0,3881	66,64	33,36	0,0581	0,0194
22. 3.	Kontrol.	20	1,0411	0,3344	67,78	32 12	0,0520	0,0167
12 3	Kontrol.	20	1,1322	0,3849	65,70	34,30	0,0561	0,0192

Tabelle XXI Versuchsreihe 9 (29. 3. 1932)

	Stückzahl	Gesamtlebendgew. gr	Gesamttrockensubstanz gew. gr	Wasser %	Trockensubstanz %	Mittelwerte Lebend - Trocken gew	subst.
Pepton	15	0,9397	0,2490	73,50	26,50	0,0626	0,0166
Glukose	15	0,0005	0,2649	73,53	26,47	0,0666	0,0176
Asparag. Säure	10	0,5940	0,1524	73,34	26,66	0,0594	0,0152
Pept.+Gluk.	10	0,6077	0,1614	73,44	26,56	0,0607	0,0161
Kontrolle	15	1,0050	0,2695	73,19	26,81	0,0670	0,0179

Tabelle XXII Versuchsreihe 9 (7. 4. 1932)

	Stückzahl	Gesamtlebendgew. gr	Gesamttrockensubstanzgew. gr	Wasser %	Trockensubstanz %	Mittelwerte Lebend - Trocken- gew.	subst.
Pepton	7	0,5508	0,1057	80,81	19,19	0,0786	0,0131
Glukose	12	0,8173	0,1826	80,10	19,90	0,0764	0,0152
Asparag. Säure	11	0,8556	0,1811	78,84	21,16	0,0777	0,0164
Pept +Gluk.		0,8116	0,1643	79,76	20,24	0,0737	0,0149
Kontrolle	11	0,8215	0,1793	78,18	21,82	0,0746	0,0163

Die in der Tabelle XX zusammengestellten Trockensubstanzgewichte unterscheiden sich von den anderen Ergebnissen dieser Versuchsreihe insofern, als die Trockensubstanzgewichte der Tiere, die sich in den Nährlösungen befanden, in allen Serien höher sind, als bei der Kontrollserie. Aus dieser Gewichtsdifferenz auf eine Ausnützung der gelösten Substanzen schließen zu wollen, dürfte jedoch nicht ganz richtig sein, denn wie die Werte der anderen Tabellen zeigen, ist die Trocken-

substanz mit Ausnahme einer Serie, in Tabelle XXII überall niedriger als bei der Kontrolle. Die Tiere befanden sich also auch hier bei fortschreitenden Versuchsdauer in einem Hungerzustand.

3. Zusammenfassung der Versuchsergebnisse bei Forellen.

1. Die in einer Peptonlösung, sowie Pepton + Glukoselösung befindlichen Forelleneier weisen eine um einige Tage kürzere Erbrütungszeit auf, als diejenigen Eier, welche von einer Glukose- oder Asparaginsäurelösung bezw. von reinem Wasser umgeben sind.

2. Bei den Eiern, die sich in Nährlösungen befinden, zeigt sich nur eine geringe Gewichtszunahme, die aber keine weiteren Schlüsse zuläßt.

3. Das Wasser mit gelöstem Pepton ist sauerstoffärmer als das frische Leitungswasser. Durch diese Sauerstoffverarmung ergibt sich wahrscheinlich innerhalb der Forelleneiern eine Anhäufung von Stoffwechselprodukten, die auf den Embryo einen Reiz ausüben und ihn zu energischen Bewegungen veranlassen, durch die die Eihaut früher als normal gesprengt wird. Wie bei den Warmblütern eine Sauerstoffverarmung des mütterlichen Blutes ein früheres Ausstoßen des Fetus nach sich zieht, so mag bei diesen Versuchen die gleiche Ursache die Verkürzung der Erbrütungsdauer herbeigeführt haben.

4. Die Embryonen und ebenso die frischgeschlüpften und einige Wochen alten Forellen können sich mit gelösten Nährstoffen nicht ernähren.

5. Mit zunehmender Dauer des Versuches nimmt die Trockensubstanz der Forellen ab. Der Wassergehalt dagegen erhöht sich

6. Der Wassergehalt der Tiere, die sich in Nährlösungen befanden, war bei fast allen Versuchen höher, als derjenige der Kontrolltiere in reinem Wasser. Die Nährlösungen scheinen mithin sogar nachteilig auf die Forellen eingewirkt zu haben.

IV. Versuche mit Kaulquappen

1. Versuchsanordnung.

Als Material für diese Untersuchungen diente mir Froschlaich von Rana temporaria, den ich mir aus einem Weiher in der Nähe Münchens (Oberwiesenfeld) verschafft hatte. Nach dem kurzen Transport ins Institut, wurden die einzelnen Laichballen in bereitgehaltene Becken

gebracht und darin von anhaftenden Pflanzen- und Schmutzteilchen befreit.

Wie bei den Versuchen mit den Forellen wurde die erste Versuchsreihe in 5, die zweite Versuchsreihe in 6 Serien eingeteilt. Die Versuchsreihe 1 wurde ohne, die Versuchsreihe 2 mit Farbstoff durchgeführt. Besonders war ich bemüht, möglichst große Laichballen zu erhalten und teilte dann je einen Laichballen in eine Versuchsreihe auf, sodaß die Tiere jeder Versuchsreihe von denselben Eltern abstammten.

Bei der Durchführung der Versuche verzichtete ich auf eine Durchlüftung in den Becken, da die Kaulquappen weniger sauerstoffbedürftig sind, als die Forellen. Damit die Tiere jedoch immer genügend Sauerstoff zur Verfügung hatten, wechselte ich das Wasser in den Versuchsbecken 3 mal täglich. Mit diesem 3 maligen Wasserwechsel wollte ich außerdem eine übermässige Bakterienentwicklung verhindern. Es sollte damit verhütet werden, daß die Versuchstiere in den Nährlösungen sich evtl. auch von Bakterien ernähren konnten.

Wie bei den Forellenversuchen wurden auch hier die Nährlösungen nur während der Nacht zugesetzt.

Ferner wurden die Nährlösungen in der gleichen Weise wie bei den Forellenversuchen hergestellt und in die Versuchsbecken gegeben. Durch die Verwendung von Farbstoff (Trypanblau) der in einer Verdünnung von 1:50 000 bei der 2. Versuchsserie zugesetzt wurde, wollte ich prüfen, ob es überhaupt irgend welchen Stoffen möglich ist, in die Gallerthülle, die die Eier umgibt, einzudringen.

Am Ende des 1. Versuchstages war der Farbstoff bereits gleichmäßig von allen Seiten in die Gallertkugeln eingedrungen. Sie erschienen wie von einer dünnen blauen Schale umgeben. Nach 2—3 Tagen war die ganze Gallertkugel von dem Farbstoff gleichmäßig durchdrungen.

Durch den Zusatz der Nährlösungen, der vom 1. Tage des Versuches an durchgeführt wurde, erfuhr die Entwicklung der Kaulquappen keine Störung. Bald trat die Furchung ein und nach einigen Tagen lösten sich die Kaulquappen aus den Gallertkugeln. Ihre Lebhaftigkeit ließ in allen Serien auf einen guten Gesundheitszustand schließen, die Tiere führten energische Bewegungen aus, um sich von dem anhaftenden Rest der Gallerte zu befreien und sich ungehindert im Wasser bewegen zu können.

Auch bei diesen Versuchen glaubte ich bei den Eiern, die sich in der Peptonlösung befanden, eine allerdings nur geringe Beschleunigung der Entwicklung gegenüber den Tieren, die sich in den übrigen Nährlösungen bezw. in reiner Farbstofflösung und in reinem Wasser befanden, beobachten zu können. Da es jedoch sehr schwierig ist, zu verfolgen, wann die einzelnen Tiere innerhalb des Laichballens ihre

Eigallerte verlassen, so vermag ich diese Beobachtung nicht mit Zahlen zu belegen.

Um die Entwicklung von Bakterien von Anfang an möglichst nieder zu halten, löste ich die Kaulquappen, sobald sie entwickelt waren von der Gallerte ab und setzte sie in reines Wasser bezw. in die Nährlösung.

Für die späteren Versuche wurden angefütterte Kaulquappen verwendet, um festzustellen, wieweit sich solche von gelösten Substanzen zu ernähren vermochten.

2. Die Versuche und ihre Ergebnisse.

a) Versuchsreihe 1.

Am 4. April 1931 setzte ich die 1. Versuchsreihe an. Verwendet wurde ein Laichballen, der in 5 Teile aufgeteilt wurde. Die Serien wurden durgeführt:

1. Mit Pepton (0,25 gr pro Liter)
2. Mit Glukose (0,25 gr pro Liter)
3. Mit Asparaginsäure (0,01 gr pro Liter)
4. Mit Pepton + Glukose (aa 0,25 gr pro Liter)
5. Kontrolle in reinem Wasser.

Nach 3—4 Tagen, also am 7. und 8. April 1931 schlüpften sämtliche Kaulquappen und zwar wie ich im vorhergegangenen Kapitel schon bemerkte, diejenigen der Peptonserie etwas früher als diejenigen, die sich in den anderen Nährlösungen und in der Kontrollserie befanden. Die Kaulquappen wurden von der Gallerte befreit, mit filtriertem Wasser abgespült und in frische Becken gesetzt.

Am 15. 4. 1931 wurde von je 30 Tieren aus den einzelnen Serien die Trockensubstanz bestimmt. Bis dahin waren die Tiere sehr munter. Die äusseren Kiemen hatten sich bereits zurückgebiltet. Die Sterblichkeit war in allen Serien sehr gering, auch reagierten die Tiere mit lebhaften Bewegungen bei der geringsten Erschütterung ihrer Gefäße.

Tabelle XXIII — Versuchsreihe 1 (15. 4. 1931)

	Stückzahl	Gesamtlebendgew. gr	Gesamttrockensubstanzgew. gr	Wasser %	Trockensubstanz %	Mittelwerte Lebend-Trockengew.	subst.
Pepton	30	1,0333	0,0534	94,83	5,17	0,0344	0,0017
Glukose	30	0,9715	0,0489	94,97	5,03	0,0323	0,0016
Asparag. Säure	30	0,9949	0,0494	95,04	4,96	0,0331	0,0016
Pept.+Gluk.	30	1,1113	0,0586	94,73	5,27	0,0370	0,0019
Kontrolle	30	0,9773	0,0496	94,93	5,07	0,0325	0,0016

Ein Vergleich der Trockensubstanzgewichte bei den Mittelwerten zeigt nur bei der Pepton + Glukose-, sowie bei der Peptonserie ein um 0,0003 bezw. 0,0001 gr höheres Gewicht als in der Kontrollserie. Da auch hier die Größe der Versuchstiere etwas verschieden war, konnte die geringe Gewichtsdifferenz nicht ohne weiteres als Wirkung der gelösten Nährsubstanzen angesehen werden; sie konnte ebensowohl auf die ungleiche Körpergröße zurückzuführen sein. Letzteres ist umso wahrscheinlicher, als bei diesen beiden Serien das Lebendgewicht wesentlich höher ist, als bei der Kontrollserie.

Eine Woche später, nachdem die Tiere nun 14 Tage alt waren, wurde am 24. 4. 1931 wiederum von je 30 Tieren aus den einzelnen Serien die Trockensubstanz bestimmt: (s. Tabelle XXIV).

Tabelle XXIV — Versuchsreihe 1 (24. 4. 1931)

	Stückzahl	Gesamtlebendgew. gr	Gesamttrockensubstanzgew. gr	Wasser %	Trockensubstanz %	Mittelwerte Lebendgew.	Mittelwerte Trockensubst.
Pepton	30	1,0708	0,0481	95,51	4,49	0,0356	0,0016
Glukose	30	0,9590	0,0432	95,50	4,50	0,0319	0,0014
Asparag. Säure	30	1,1514	0,0415	96,40	3,60	0,0383	0,0013
Pept.+Gluk.	30	1,4162	0,0618	95,64	4,36	0,0472	0,0020
Kontrolle	30	0,8737	0,0388	95,56	4,44	0,0291	0,0012

Das Trockensubstanzgewicht der Tiere, die sich in Nährlösungen befanden, ist hier in sämtlichen Serien höher als bei der Kontrollserie. Ebenso sind die Lebendgewichte der Tiere gestiegen; der Wassergehalt schwankt nur in engen Grenzen. Zur Erklärung dieses Befundes ließe sich an 2 Möglichkeiten denken: Entweder vermochten die Tiere die gelösten Nährstoffe soweit auszunützen, daß die Abnahme der Trockensubstanz bei ihnen langsamer fortschritt als bei den Kontrolltieren (vergl. Tabelle XXIII) oder es entwickelte sich doch in den Nährlösungen eine stärkere Bakterienflora als in reinem Wasser, die dann als geformte Nahrung aufgenommen wurde. Aber selbst wenn man diese Möglichkeit einer teilweisen Ernährung durch Bakterien in Betracht zieht, zeigt doch ein Vergleich mit der vorhergehenden Bestimmung, daß das Vorhandensein gelöster Nährstoffe den Tieren nicht die Möglichkeit gibt, ihre Trokensubstanz auch nur auf gleichem Niveau zu halten geschweige denn zu vermehren. Bemerkenswert ist allerdings, das verhältnismäßig hohe Gewicht bei Pepton + Glukose. Die Tiere bewegten sich immer munter in ihren Gefäßen und reagierten lebhaft auf Erschütterungen derselben.

Am 2. Mai 1931, an dem die Tiere ein Alter von 29 Tagen hatten, wurde wieder die Trockensubstanz von je 30 Tieren bestimmt.

Tabelle XXV — Versuchsreihe 1 (2. 5. 1931)

	Stückzahl	Gesamtlebendgew. gr	Gesamttrockensubstanz gew. gr	Wasser %	Trockensubstanz %	Mittelwerte Lebend gew	Mittelwerte Trocken subst.
Pepton	30	0,9653	0,0429	95,56	4,44	0,0321	0,0014
Glukose	30	0,8814	0,0389	95,60	4,40	0,0293	0,0012
Asparag. Säure	30	0,8160	0,0339	85,85	4,15	0,0272	0,0011
Pept.+Gluk.	30	1,4500	0,0612	95,78	4,22	0,0483	0,0020
Kontrolle	30	0,7811	0,0355	95,46	4,54	0,0260	0,0011

Auch bei dieser Trockensubstanzbestimmung zeigten sich ähnliche Verhältnisse wie bei der Bestimmung vom 24. 4. 1931. Während die Trockensubstanzgewichte bei den Serien mit Nährlösung entweder gleich hoch oder höher sind als bei der Kontrolle, sind diese Gewichte mit Ausnahme desjenigen der Pepton + Glukoseserie weiter gesunken. Das Gewicht der letztgenannten Serie hält auch hier wieder die gleiche Höhe, sodaß man hier an die Möglichkeit einer Deckung des Energiebedarfes aus den gelösten Substanzen denken könnte. Eine Körpersubstanzzunahme jedoch hat nicht stattgefunden, wie dies Podhradsky und Krizenecky beschreiben. Die Sterblichkeit blieb bisher immer noch gering, doch nahm nun die Beweglichkeit der Tiere mehr und mehr ab. Sie wurden apathisch und reagierten nicht mehr bei Erschütterungen der Gefäße, sondern machten nur noch bei direkter Berührung mühsame Bewegungen.

Auch nahm in den nächsten Tagen die Körpergröße immer mehr ab, die Haut wurde runzelig, die Bäuche fielen ein und es entstand an ihrer Stelle geradezu eine nach einwärts gerichtete Delle. Die Kaulquappen stellten nur noch ein klägliches Abbild von anderen Kaulquappen dar, die ich zum Vergleich mit geformter Nahrung gefüttert hatte. Die Sterblichkeit nahm nun rasch zu und so mußte ich am 16. 5. 1931 diesen Versuch abbrechen.

b) Versuchsreihe 2.

Die Versuchsreihe 2 wurde als Parallelversuch zu der Versuchsreihe 1 durchgeführt, jedoch mit dem Unterschied, daß in jeder Serie eine Lösung von Trypanblau in einer Verdünnung von 1:50000 zugesetzt wurde. Außerdem wurde noch eine weitere Serie, in der sich nur Farbstoff (1:50000) befand, der Versuchsreihe angegliedert. Die Versuchsreihe 2 setzte sich somit aus folgenden Serien zusammen.

1. Peptonlösung (0,25 gr/1) + Farbstoff (1:50000)
2. Glukoselösung (0,25 gr/1) + Farbstoff (1:50000)
3. Asparaginsäurelösung (0,001 gr/1) + Farbstoff (1:50000)

4. Pepton + Glukoselösung ($\widehat{aa}$ 0,25 gr/1) + Farbstoff (1:50000)
5. Farbstofflösung in reinem Wasser (1:50000)
6. Kontrollserie in reinem Wasser.

Die Kaulquappen stammten auch hier von einem und demselben Laichballen. Ihre Entwicklung und das weitere Verhalten in der Versuchsreihe 2 entsprach den Beobachtungen bei Versuchsreihe 1. Nach 11 Tagen, am 15. 4. 31, wurde die Trockensubstanz von je 30 Kaulquappen aus den einzelnen Versuchen bestimmt.

Tabelle XXVI — Versuchsreihe 2 (15. 4. 1931)

	Stückzahl	Gesamtlebendgew. gr	Gesamttrockensubstanz gew. gr	Wasser %	Trockensubstanz %	Mittelwerte Lebend - Trocken-	
						gew.	subst.
Pepton	30	1,0288	0,0537	94,78	5,22	0,0342	0,0017
Glukose	30	0,9317	0,0483	94,82	5,18	0,0310	0,0016
Asparag. Säure	30	0,9424	0,0487	94,83	5,17	0,0314	0,0016
Pept. + Gluk.	30	0,9588	0,0507	94,71	5,29	0,0319	0,0016
Farbstoff	30	0,8045	0,0431	94,64	5,36	0,0268	0,0014
Kontrolle	30	0,6501	0,0372	94,28	5,72	0,0216	0,0012

Der Farbstoff wurde nur mit den Nährlösungen zugesetzt. Tagsüber befanden sich sämtliche Serien der Versuchsreihe 2 in reinem Wasser. Die Tiere waren sehr lebhaft und reagierten auf den geringsten Stoß an die Gefäße. Eine höhere Sterblichkeitsziffer als bei der Versuchsreihe 1 konnte nicht festgestellt werden; durchschnittlich ging jeden Tag eine Kaulquappe ein. Der Farbstoff übte also keine schädliche Wirkung auf die Tiere aus. Gleich von Beginn des Versuches an machte sich aber eine etwas stärkere Defäcation bemerkbar, als dies bei der Versuchsreihe 1 der Fall gewesen war. Dort war der Kot eine schleimige, hellgelbgraue Masse, hier war er stark blau gefärbt und die Konsistenz etwas fester. Um einer Wiederaufnahme des Kotes vorzubeugen, wurde derselbe immer sorgfältig aus den Gläsern entfernt. Die mikroskopischen Untersuchungen des Kotes ließen nichts Besonderes erkennen.

Der Vergleich der Trockensubstanzgewichte zeigt in sämtlichen Serien mit Nährlösungen aber auch in der Farbstoffserie höhere Werte, als bei der Kontrollserie, während der Wassergehalt überall in normalen Grenzen blieb. Da jedoch bei dieser ersten Trockensubstanzbestimmung innerhalb der Versuchsreihe 2 noch keine Vergleichsmöglichkeit zwischen Tieren, die sich verschieden lange Zeit in Nährlösung befanden, gegeben ist, muß es zunächst dahingestellt bleiben, ob das höhere Gewicht in den Nährlösungen eine Zunahme der

Trockensubstanz oder nur eine geringere Abnahme als bei der Reinwasserserie andeutet. Jedenfalls spricht der Umstand, daß auch in der Farbstoffserie das Trockensubstanzgewicht höher ist, als bei der Kontrollserie, nicht dafür, daß bei den Nährstoffserien eine Trockensubstanzzunahme stattgefunden hätte.

Am 24. 4. 1931 nahm ich die nächste Trockensubstanzbestimmung an je 30 weiteren Tieren aus den einzelnen Serien vor.

Tabelle XXVII Versuchsreihe 2 (24. 4. 1931)

	Stückzahl	Gesamtlebendgew. gr	Gesamttrockensubstanz gew. gr	Wasser %	Trockensubstanz %	Mittelwerte Lebend - Trocken- gew.	subst.
Pepton	30	1,0903	0,0571	94,85	5,15	0,0363	0,0019
Glukose	30	1,1463	0,0529	95,39	4,61	0,0382	0,0017
Asparag. Säure	30	0,9379	0,0461	95,08	4,92	0,0312	0,0015
Pept. + Gluk.	30	0,9040	0,0439	95,14	4,86	0,0301	0,0014
Farbstoff	30	0,7249	0,0387	94,60	5,34	0,0214	0,0012
Kontrolle	30	0,6115	0,0294	95,19	4,81	0,0203	0,0009

Die Trockensubstanzgewichte sind auch hier in allen Nährstoffserien höher als in der Kontrollserie und der Farbstoffserie. Während bei den Letzteren beiden das Trockensubstanzgewicht geringer ist, als bei der vorhergehenden Bestimmung, entspricht das Trockensubstanzgewicht bei den Nährstoffserien im Durchschnitt dem Stand bei der Bestimmung vom 15. 4. 1931. Es beträgt hier wie dort im Mittel 0,00162 gr. Eine Abnahme des Trockensubstanzgewichtes hat also in der Zwischenzeit in den Nährstoffserien nicht stattgefunden. Umso größere Beachtung verdient es, daß die beiden Bestimmungen das Trockensubstanzgewicht in den 2 Nährstoffreien Serien geringer als in den nährstoffhaltigen ist und bei der Bestimmung vom 24. 4. 1931 auch nicht der Stand vom 15. 4. 1931 erreicht wird.

Da die Kotablage in dieser Versuchsreihe immer stärker war, als bei Versuchsreihe 1, war daran zu denken, ob nicht der Farbstoff in irgend einer Beziehung dazu stünde. Um dies nachzuprüfen, setzte ich vom 17. 4. bis zum 20. 4. die Nährlösungen ohne Farbstoff zu. Bereits am 18. und 19. 4. machte sich eine Abnahme der Faeces bemerkbar. Zu dieser Zeit war der Kot aber immer noch tief dunkelblau. Am 20. 4. 31 setzte ich wieder Farbstoff zu, worauf nach 2 Tagen abermals eine stärkere Defäcation auftrat. Es scheint also der Farbstoff eine gewisse Reizwirkung auf den Darm der Tiere ausgeübt zu haben.

Im weiteren Verlauf des Versuchs nahm die Lebhaftigkeit der Tiere sehr schnell ab. Sie lagen apathisch auf dem Boden der Gefäße umher und nur direktes Berühren löste noch Bewegungen bei

ihnen aus. Die Kaulquappen sahen jetzt auch hier wie bei der Versuchsreihe 1, klein, runzelig und unscheinbar aus.

Da vom 28. auf den 29. 4. eine besonders starke Sterblichkeit in der Glukoseserie aufgetreten war, (sie betrug $^1/_3$ der noch lebenden Kaulquappen) war ich gezwungen, den Versuch abzubrechen.

c) Versuchsreihe 3.

Nachdem die Versuchsreihen 1 und 2 gezeigt hatten, wie sich Kaulquappen. die vom frühesten Embryonenstadium ab sich in Nährlösungen befanden, entwickeln, sollte Versuchsreihe 3 darüber Aufschluß geben, ob angefütterte Kaulquappen nach Umsetzen in Nährlösung aus dieser ihren Nahrungsbedarf decken könnten. Die Kaulquappen dieser Versuchsreihe stammten ebenfalls alle von einem Laichballen den ich am 4. April 1931 ins Laboratorium verbracht hatte. Bis zum Beginn des Versuches am 18. 4. 1931 fütterte ich die Kaulquappen mit Rinder-Milzbrei und Nährhefe, wobei sie sich auch gut entwickelten. Diese Tiere waren also bisher nur an geformte Nahrung gewöhnt und es war mir nun von Interesse, zu verfolgen, wie sich der Wechsel der Ernährungsmöglichkeit auf den Ernährungszustand dieser Tiere auswirken würde.

Um eine Vergleichsbasis zu gewinnen, wurde zu Beginn des Versuches am 18. 4. 1931 die Trockensubstanz von 30 wahllos herausgenommenen Kaulquappen bestimmt (s. Tabelle XXVIII).

Tabelle XXVIII — Versuchsreihe 3 (18. 4. 1931)

	Stückzahl	Gesamtlebendgew. gr	Gesamttrockensubstanz gew. gr	Wasser %	Trockensubstanz %	Mittelwerte Lebend - Trocken gew	subst
Futterserie	30	1,7072	0,0963	94,36	5,64	0,0569	0,0032

Die Versuchsreihe selbst wurde in 3 Serien eingeteilt.

1. Futterserie, mit Rindermilzbrei und Nährhefe gefüttert.
2. Peptonserie, (0,25 gr /1)
3. Hungerserie, in reinem Wasser.

Futter- und Nährlösungen wurden immer gleichzeitig verabreicht; letztere in der gleichen Weise wie im Kapitel 1 ausgeführt wurde.

In den nächsten Tagen waren die Tiere munter und beweglich. Die Sterblichkeit war gering und es machte sich bei den Tieren in der Hungerserie keine Schwäche bemerkbar.

Am 24. 4. 1931, also nach 6tägigem Verweilen in der Nährlösung wurde von je 20 Tieren aus den einzelnen Serien die Trockensubstanz bestimmt.

Tabelle XXIX — Versuchsreihe 3 (24. 4. 1931)

	Stückzahl	Gesamtlebendgew. gr	Gesamttrockensubstanzgew. gr	Wasser %	Trockensubstanz %	Mittelwerte Lebend - Trocken-	
						gew.	subst.
Futterserie	20	2,0862	0,1175	94,37	5,63	0,1043	0,0058
Peptonserie	20	1,0898	0,0508	95,34	4,66	0,0544	0,0025
Hungerserie	20	0,9556	0,0458	95,21	4,79	0,0477	0,0022

Wie Tabelle XXIX zeigt, war die Trockensubstanz bei der Futterserie in diesen wenigen Tagen (vom 18. 4. bis 24. 4.) auf das Doppelte gestiegen. Die Trockensubstanz der Tiere aus der Peptonserie ist nicht einmal halb so hoch und nur um 0,0003 gr höher als bei den Tieren aus der Hungerserie. Der Wassergehalt ist in der Pepton- und in der Hungerserie höher, was vielleicht bereits als ein Anzeichen gedeutet werden darf, daß auch die Tiere in der Peptonserie sich in einem Hungerzustand befanden. Die Sterblichkeit war bisher gering, die Tiere bewegten sich munter in ihren Gefäßen und reagierten deutlich auf Erschütterung derselben.

Am 2. 5. 1931 wurde wiederum die Trockensubstanz von je 15 Kaulquappen aus den einzelnen Serien bestimmt. Die Tiere waren nun ungefähr 4 Wochen alt und befanden sich seit etwa 14 Tagen im Versuch.

Tabelle XXX — Versuchsreihe 3 (2. 5. 1931)

	Stückzahl	Gesamtlebendgew. gr	Gesamttrockensubstanz gew. gr	Wasser %	Trockensubstanz %	Mittelwerte Lebend - Trocken-	
						gew.	subst.
Futterserie	15	2,5482	0,1632	93,60	6,40	0,1698	0,0108
Peptonserie	15	0,7775	0,0357	95,41	4,59	0,0518	0,0023
Hungerserie	15	0,6728	0,0276	95,90	4,10	0,0448	0,0018

In der Futterserie ist das Trockensubstanzgewicht abermals sehr stark gestiegen, während es in der Peptonserie um 0,0002 gr und in der Kontrollserie um 0,0004 gr hinter den Werten vom 24. 4. 31 zurückbleibt. Der Wassergehalt ist in den beiden letzten Serien wiederum etwas höher. Ein Vergleich mit der Kontrollserie ließe höchstens auf eine ganz mäßige Wirkung der gelösten Substanzen schließen. In den

folgenden Tagen stieg die Sterblichkeit in der Peptonserie und in der Hungerserie stark an. Die Beweglichkeit der Tiere in diesen beiden Serien nahm mehr und mehr ab. Ihr Bauch wurde immer flacher und die Haut begann runzelig zu werden. Unter diesen Umständen ließ sich der Versuch nicht mehr länger durchführen; am 16. 5. 1931 wurde er deshalb abgebrochen und von je 20 Tieren die Trockensubstanz bestimmt. Das Ergebnis zeigt Tabelle XXXI.

Tabelle XXXI — Versuchsreihe 3 (16. 5. 1931)

	Stückzahl	Gesamtlebendgew. gr	Gesamttrockensubstanzgew. gr	Wasser %	Trockensubstanz %	Mittelwerte Lebend - Trocken- gew.	subst.
Futterserie	20	7,0516	0,4271	93,94	6,06	0,3525	0,0213
Peptonserie	20	1,0293	0,0437	95,76	4,24	0,0514	0,0021
Hungerserie	20	0,8543	0,0358	95,81	4,19	0,0427	0,0017

Man ersieht, daß das Trockensubstanzgewicht in der Pepton- und in der Hungerserie weiterhin sank, während es in der Futterserie rapid in die Höhe ging. Das Verhältnis zwischen Peptonserie und Hungerserie ist ungefähr das gleiche geblieben. Im Wassergehalt ist keine wesentliche Verschiebung eingetreten.

Um den Unterschied zwischen gefütterten Tieren und solchen, denen lediglich eine Nährlösung zur Verfügung stand, auch im Bild fest-

Versuchsreihe 3 (16. 5. 1931)

Abbildung 1

Peptonserie Futterserie

halten zu können, fischte ich aus den beiden ersten Serien je einen Teil der Kaulquappen wahllos heraus und setzte sie in 2 Petrischalen. Abbildung 1 zeigt diese beiden Petrischalen mit den Kaulquappen. Nichts dürfte deutlicher den enormen Unterschied im Erfolg der Ernährungsweise zeigen, als diese Aufnahme. Da die Hungertiere in ihrer Größe den Peptontieren vollkommen entsprachen, erübrigte sich für diese eine Aufnahme.

d) Versuchsreihe 4.

In dieser Versuchsreihe wollte ich die Wirkung gelöster Nährstoffe bei möglichst natürlichen Verhältnissen prüfen. Zu diesem Zwecke verwendete ich hier 2 Becken, die mit höheren Wasserpflanzen und Algen bewachsen waren und setzte in diese Kaulquappen ein, die ich bisher gefüttert hatte. Auch diese Kaulquappen stammten aus einem Laichballen und waren bei Versuchsbeginn ungefähr 4 Wochen alt. In das Becken Nr. I gab ich alle 2 Tage 0,1 gr Pepton pro Liter, das Becken Nr. II diente als Kontrolle. Zu Beginn des Versuches am 28. 4. 1931 bestimmte ich von 5 Kaulquappen die Trockensubstanz. (s. Tabelle XXXII)

Tabelle XXXII — Versuchsreihe 4 (28. 4. 1931)

	Stückzahl	Gesamtlebendgew. gr	Gesamttrockensubstanz gew. gr	Wasser %	Trockensubstanz %	Mittelwerte Lebend - Trocken gew.	subst.
Becken Nr. II	5	0,5215	0,0293	94,37	5,63	0,1043	0,0058

Die Kaulquappen fühlten sich in dem Becken sehr wohl und fraßen reichlich Algen und andere Pflanzen. Bald nach dem Zusatz des Peptons wurde das Wasser trüb und nahm einen üblen Geruch an. Es hatte eine starke Entwicklung von Fäulnisbakterien eingesetzt, deren Bedeutung weiter unten noch näher erläutert werden soll. Das Wasser des Beckens Nr. II blieb während der ganzen Versuchsdauer klar.

Am 16. 5. 1931 wurde der Versuch abgebrochen und die Trockensubstanz von je 5 Kaulquappen aus beiden Becken bestimmt.

Tabelle XXXIII — Versuchsreihe 4 (16. 5. 1931)

	Stückzahl	Gesamtlebendgew. gr	Gesamttrockensubstanz gew. gr	Wasser %	Trockensubstanz %	Mittelwerte Lebend - Trocken- gew.	subst.
Becken Nr. I	5	4,0768	0,5839	85,68	14,32	0,8153	0,1167
Becken Nr. II	5	2,5397	0,2641	89,60	10,40	0,5079	0,0528

Die Tiere im Becken Nr. I zeigten nach einer 18 tägigen Versuchsdauer ein um 0,0639 gr (Mittelwert) höheres Trockensubstanzgewicht als diejenigen im Becken Nr. II.

Wie schon erwähnt trat im Becken Nr. I eine Fäulnis der gelösten Nährstoffe auf, von der auch abgestorbene Teile der Pflanzen und sonstige Organismenreste in stärkerem Maße ergriffen wurden. Dadurch kam es zu einer erhöhten Produktion von organischem Detritus. Die Kaulquappen, die in diesem Becken umherschwammen fanden deshalb allenthalben organische Substanzen, während für diejenigen im Becken Nr. II nicht so günstige Umstände für ihre Ernährung herrschten. Hier war das Wasser so gut wie frei von solchen faulenden organischen Stoffen und die Tiere mußten deshalb ihre Nahrung mühsam zusammensuchen. Der größere Zuwachs der Trockensubstanz im Becken Nr. I darf daher nicht unmittelbar dem Pepton zugeschrieben werden, sondern der durch seinen Zusatz hervorgerufenen Fäulnis mit Massenentwicklung von Bakterien und stärkerer Bildung von organischem Detritus.

3. Zusammenfassung der Versuchsergebnisse mit Kaulquappen.

Überblickt man die Ergebnisse der Versuche mit Kaulquappen in ihrer Gesamtheit, so ist zunächst festzustellen, daß von einer absoluten Zunahme der Trockensubstanz bei Kaulquappen, denen ausschließlich gelöste Nährstoffe zur Verfügung standen, nirgends die Rede sein kann. Soweit in einzelnen Fällen das Trockensubstanzgewicht bei späteren Bestimmungen innerhalb derselben Versuchsserie höher war, als bei vorhergegangenen Bestimmungen, bewegen sich die Gewichtsunterschiede in Grenzen, die bei einem Maximum von 0,0002 gr Differenz im Bereich des wahrscheinlichen Fehlers bei den Wägungen liegen. In den Versuchsreihen 1 und 2 fällt auf, daß das Trockensubstanzgewicht in den Nährlösungen fast ausnahmslos höher ist, als in den nährstoffreien Serien. Vergleicht man jedoch das Trockensubstanzgewicht von einer Bestimmung zur anderen, so erkennt man deutlich, wie die Trockensubstanz entsprechend der Versuchsdauer immer mehr abnimmt. Der gleichen Erscheinung begegnet man in Versuchsreihe 3. Auch hier liegt das Trockensubstanzgewicht in der Peptonserie stets etwas höher als in der Hungerserie, nimmt aber von Bestimmung zu Bestimmung ab.

Außerdem zeigt diese Versuchsreihe in eindrucksvoller Weise die starke Zunahme der Trockensubstanz bei den Tieren, die sich in normaler Weise von geformter Nahrung ernähren konnte. Die auffallende Übereinstimmung, daß in den 3 Versuchsreihen in allen Bestimmungen die Trockensubstanz in den Nährlösungen etwas höher ist als in den Reinwasser- und Farbstoffserien, machte es immerhin wahrscheinlich, daß Kaulquappen bis zu einem gewissen Grade aus

gelösten Nährstoffen Nutzen zu ziehen vermögen; doch geht diese Fähigkeit in keinem Falle soweit, daß die Tiere dadurch im Stande wären, ihre Körpersubstanz auch nur auf gleicher Höhe zu erhalten. Von einer biologischen Bedeutung der direkten Verwertung gelöster Nährstoffe für den Lebenshaushalt von Wassertieren von der Organisationshöhe der Kaulquappen im Sinne Pütters zu sprechen, dürfte deshalb kaum angängig sein. Wie jedoch indirekt und sehr wahrscheinlich über die biologische Stufenleiter von Bakterien, protozoischer Mikrofauna usw. gelöste Nährstoffe Bedeutung für die Ernährung höherer Wassertiere gewinnen können, das zeigt Versuch 4. Dort stieg das Trockensubstanzgewicht bei den Kaulquappen in dem mit Peptonlösung beschickten Aquarium in der gleichen Zeit auf das 20 fache des Ausgangsgewichtes, in der in dem Vergleichsaquarium ohne Peptonlösung nur ungefähr das 9 fache an Trockensubstanz erreicht wurde.

Wie ich im Kap. II erwähnte, war beabsichtigt, auch durch histologische Untersuchungen zu prüfen, wieweit und in welchen Organen eine Aufnahme von Farbstoffen stattgefunden hatte, bezw. welche Veränderungen an den Geweben bei Hungertieren und bei solchen, welche die Möglichkeit zur Ernährung durch gelöste Stoffe hatten, festellbar seien. Nach Anfertigung einer größeren Anzahl mikroskopischer Schnittserien von Forellen und Kaulquappen zeigte sich jedoch, daß die Erweiterung der Untersuchungen nach dieser Seite den Rahmen der vorliegenden Arbeit erheblich überschritten hätte, sodaß eine histologische Bearbeitung der oben angedeuteten Fragen einer besonderen Untersuchung vorbehalten bleiben muß.

V. Versuche mit Daphnien

1. Versuchsanordnung

Bei den Untersuchungen mit Daphnien diente ausschließlich die Bestimmung der Lebensdauer als Kriterium. Zu diesen Untersuchungen verwandte ich Daphnia pulex, die ich im Institut züchtete. Die Tiere befanden sich hier in großen Glasaquarien und gediehen sehr gut.

Die einzelnen Versuchsreihen wurden in je 6 Serien eingeteilt, die die verschiedenen Nährlösungen enthielten. Lediglich zu Beginn der Versuche führte ich 2 Versuchsreihen durch, die nur aus 2 Serien bestanden. Ich wollte damit den Unterschied der Lebensdauer von Daphnien feststellen, die sich einerseits in sterilem Leitungswasser, andererseits in sterilem Aquarienwasser befanden. Die anderen Versuchsreihen bestanden aus folgenden Serien:

1. Pepton (0,25 gr /1)
2. Glukose (0,25 gr /1)

3. Asparaginsäure (0,01 gr pro /1)
4. Pepton + Glukose (aa 0,25 gr pro /1)
5. steriles Apuarienwazser
6. steriles Leitungswasser.

Bevor ich die Daphnien in die Nährlösungen einsetzte, suchte ich sie möglichst von Bakterien zu reinigen und auch den Darm der Versuchstiere vollständig zu entleeren. Zu diesem Zweck setzte ich die Daphnien in steriles Leitungswasser, dem auf 10 ccm je ein ccm einer 0,1 % Lösung von Pilocarpinum hydrochloricum zugesetzt wurde [1]). Nach etwa 5—7 Minuten beginnt eine lebhafte Peristaltik des Daphniendarmes einzusetzen und nach etwa 20 Minuten ist derselbe vollständig entleert. Anstelle des Chymus befindet sich nun eine hellgrüne durchsichtige Flüssigkeit. Die Daphnien ertragen dieses Laxans ohne weitere Folgen, denn Kontrolltiere zeigten immer wieder, daß sie sich vermehrten und noch längere Zeit weiterlebten, wenn sie nachher wieder unter natürlichen Bedingungen gehalten wurden. Nachdem ich jede Daphnie unter dem Mikroskop untersucht und mich vergewissert hatte, daß der Darm vollständig leer war, führte ich sie durch 6 Gläser, die mit sterilem Wasser gefüllt waren, hindurch und setzte sie dann in die Nährlösungen ein. Das Verfahren, wie es v. Dehn anwandte, schien mir nicht besonders zweckmäßig. Dort wurden die Daphnien mit ausgeglühtem Kieselgur gefüttert, um so den Darminhalt zu verdrängen. Dabei ergaben sich aber 2 Nachteile und zwar 1. eine pralle Füllung des Darmes mit Kieselgur, dadurch ein Undurchsichtigwerden desselben und 2. befanden sich zwischen dem Kieselgur immer noch feine Nahrungspartikelchen, die sich nicht aus dem Darme verdrängen ließen.

Die Nährlösungen wurden mittels keimdichter Seitzfilter filtriert, mit durch Wattefilter filtrierter Luft durchlüftet und dann in Petrischalen eingefüllt. In die Versuchsserien nahm ich nie mehr als 2 – 3 Daphnien, um sie jeden Tag mikroskopisch untersuchen und auch sonst genau beobachten zu können.

Um möglichst einheitliche Ergebnisse zu erhalten, suchte ich jeweils zu Beginn eines neuen Versuchs ein trächtiges Daphnienweibchen aus dem Apuarium und hielt es in einem besonderen Gefäß unter normalen Bedingungen. Als dann die jungen Daphnien geschlüpft waren, verwendete ich dieselben für eine Versuchsreihe und teilte sie in die einzelnen Serien auf.

Die Nährlösungen wurden jeden Tag frisch hergestellt und im Laufe von 24 Stunden einmal gewechselt. Eine Trübung derselben trat während der ganzen Versuchsdauer nie auf, sodaß eine stärkere Bakterienentwicklung nicht stattgefunden haben dürfte. Während der

1) The actionof purgatives in a crustacean (Sida cristallina) University of california publications Physiology Vol. 2 Nr. 6 1905, John Bruce Mac Collum.

ganzen Versuchsdauer wurde streng darauf geachtet, daß nur sterile Gefäße, Pipetten, Lösungen usw. verwendet wurden, sodaß der Gefahr der Durchsetzung der Lösungen mit Bakterien von dieser Seite her nach Möglichkeit vorgebeugt wurde.

2. Die Versuche und ihre Ergebnisse

Da ich mit diesen Versuchen nur das Verhältnis der Lebensdauer zwischen Hungertieren und solchen die sich in Nährlösungen befanden, feststellen wollte, führte ich eine besondere Futterserie nicht mit.

Die Versuche erstreckten sich von Mitte November 1931 bis Ende Juli 1932. Verschiedenheiten im Ernährungszustand der Versuchstiere konnte ich nicht feststellen, da die Stammkulturen regelmäßig gefüttert und bei annähernd gleicher Teperatur gehalten wurden.

In diesen $8^1/_2$ Monaten führte ich 19 Versuchsreihen mit insgesamt 230 Daphnien durch. Davon bestanden 2 Versuchsreihen aus je 2 und 17 Versuchreihen aus je 6 Serien.

Die Tabelle XXXIV gibt einen Gesamtüberblick über sämtliche Versuchsreihen. Die senkrecht untereinanderstehenden Zahlen geben jeweils die Anzahl der Tage an, die die Daphnien in den einzelnen Serien gelebt haben. Mit D_1, D_2 und D_3 habe ich die verschiedenen Besatztiere in den Versuchsserien bezeichnet. Die Zahlen am Schluß der Tabelle geben dann die Durchschnittslebensdauer der Daphnien aus sämtlichen Versuchen an.

Tabelle XXXIV — Versuchsreihe I—XIX

	Pepton			Glukose			Asp. Säure			Pept.+Gluk.			Aqu. Wasser			Leit. Wasser		
	D_1	D_2	D_3	D_1	D_2	D_3	D_1	D_2	D_3	D_1	D_2	D_3	D_1	D_2	D_3	D_1	D_2	D_3
Vers. I	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9	16	—	3	5	—
Vers. II	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9	17	—	3	4	—
Vers. III	3	4	25	7	10	12	1	5	11	2	26	24	14	19	22	+	+	8
Vers. IV	22	25	—	12	12	—	8	8	—	6	26	—	8	17	—	7	10	—
Vers. V	24	26	—	13	14	—	9	9	—	22	25	—	8	16	—	7	9	—
Vers. VI	1	10	—	10	12	—	9	9	—	12	14	—	9	10	—	5	8	—
Vers. VII	8	8	—	8	9	—	8	11	—	10	12	—	11	15	—	6	8	—
Vers. VIII	7	10	—	6	9	—	6	6	—	8	11	—	7	12	—	6	7	—
Vers. IX	3	1	25	7	3	12	7	5	11	2	25	26	14	20	23	+	+	8
Vers. X	24	26	—	11	11	—	7	7	—	6	25	—	8	18	—	7	10	—
Vers. XI	24	26	—	12	14	—	9	9	—	23	26	—	8	16	—	7	9	—
Vers. XII	11	14	—	12	15	—	6	9	—	15	18	—	16	19	—	6	9	—
Vers. XIII	8	8	—	8	12	—	7	13	—	11	15	—	12	19	—	6	8	—
Vers. XIV	7	12	—	6	11	—	8	8	—	10	17	—	8	14	—	6	9	—
Vers. XV	5	7	—	3	4	—	4	5	—	14	24	—	11	15	—	2	2	—
Vers. XVI	7	7	—	4	6	—	5	7	—	15	28	—	11	17	—	3	5	—
Vers. XVII	12	23	—	2	5	—	6	9	—	12	27	—	11	15	—	2	4	—
Vers. XVIII	22	24	—	4	5	—	5	11	—	16	24	—	14	18	—	3	4	—
Vers. XIX	10	12	22	11	22	26	8	9	10	15	17	18	5	5	22	4	7	8
Einz. Durch.	11,6	14,8	24,0	8,01	10,2	16,6	6,3	8,2	19,1	17,2	21,1	22,6	10,0	15,5	22,3	4,8	6,9	8,0
Ges. Durch.	16,6			11,6			5,4			18,4			15,9			6,5		

Anmerkung: Die mit + bezeichneten Tiere sind durch einen Unglücksfall vorzeitig zugrunde gegangen und scheiden somit bei der Berechnung der durchschnittlichen Lebensdauer aus.

Ein Vergleich der Gesamtdurchschnittswerte der Tabelle XXXIV zeigt, daß mit Ausnahme der Asparaginsäureserie die Tiere in den Nährlösungen wesentlich länger lebten als diejenigen, die sich im Leitungswasser befanden. Die größte Lebensdauer weisen die Tiere in den Pepton + Glukoseserien auf. Sie übertreffen die Kontrolltiere im Mittel um 11,9 Tage an Lebensdauer, ihnen folgen die Daphnien

in den Pepton- und Aquarienwasserserien. die im Mittel um 10,1, bezw. um 9,4 Tage länger lebten, als die Kontrolltiere. Die Lebensdauer der Tiere in der Glukoseserie ist um 5,1 Tage größer als in der Kontrolle. Diese gelösten Nährstoffe scheinen also eine günstige Wirkung auf die Daphnien gehabt zu haben, während sich in den Asparaginsäureserien die Lebensdauer der Tiere im Durchschnitt um 1,1 Tage gegenüber der Kontrolle verkürzte.

Die Daphnien wurden jeden Tag unter dem Mikroskop untersucht und es konnte nie festgestellt werden, daß sich in den Därmen irgendwelche festen Substanzen angesammelt hätten. Dies zeigte, daß die Tiere in den Nährlösungen keine Gelegenheit zur Aufnahme geformter Nahrung, etwa in Gestalt von Bakterien, fanden. Mit zunehmender Dauer des Versuches schwand aber das im Körper stets reichlich vorhanden gewesene Fett, sodaß die Daphnien mehr und mehr farblos und durchsichtig wurden und schließlich an Hunger zugrunde gingen. Die gelösten Nährstoffe hatten also nur teilweise den Energiebedarf der Tiere zu decken vermocht. Die Tiere, die zu Anfang der Versuche lebhaft umherschwammen, wurden immer matter und lagen zu Ende des Versuches apatisch mit schwachen Schwimmbewegungen auf dem Boden der Schalen umher. Zur Fortpflanzung kamen diese Tiere nie. Es setzte wohl zuweilen in den ersten Tagen eine Entwicklung von Embryonen, teilweise auch von Ephippien ein, aber sie verschwanden bald wieder, als der Körper stärker von seinen Vorratsstoffen zu zehren begann. Die Daphnien waren offenbar in sämtlichen Serien starkem Hunger ausgesetzt und gingen schließlich an Nahrungsmangel zugrunde.

Die Häutung der Tiere ging nur sehr langsam und unregelmäßig vonstatten und manche häuteten sich, solange sie im Versuche waren, nur ein einziges mal.

Besondere Aufmerksamkeit schenkte ich auch den Tieren in der Kontrollserie, deren Lebensdauer wesentlich höher war, als bei den Daphnien in Versuchen von v. Dehn. Die durchschnittliche Lebensdauer betrug bei den Versuchen v. Dehns nur 8 Stunden. Sie sucht den Unterschied zwischen den Ergebnissen ihrer Versuche und denen anderer Autoren damit zu erklären, daß die verhältnismäßig kurze Lebensdauer auf die Verwendung absolut keimdichter Filter zurückzuführen sei.[1]) Wie von Dehn verwandte aber auch ich nie Wasser das durch vollkommen neue Filter gesaugt worden war. Erst nachdem etwa 8 Liter die Filterscheibe passiert hatten, wurde das Wasser für die Versuche verwendet. Bei neuen Filterplatten reißt stets ein erheblicher Teil von Fasern ab und macht das Wasser für solche Versuche unbrauchbar. Meine Versuchsergebnisse stimmen mit denen Wolffs und Woltereks überein, die ähnliche Ergebnisse erhielten.[2])

1) v. Dehn, Untersuchungen über die Verdauung bei Daphnien. Zschr. f. vergl. Physiologie 13. Bd. 2 Heft 1930.

2) Woltereck, Über die Spezifität des Lebensraumes, der Nahrung und der Körperformen bei pelagischen Cladoceren und über „Oekologische Gestaltsysteme". Biol. Zbl. 48, 1928

3. Zusammenfassung der Versuchsergebnisse bei Daphnien.

1. Purgierte und in sterilem Leitungswasser gehaltene Daphnien zeigten eine mittlere Lebensdauer von 6,5 Tagen.

2. Die mittlere Lebensdauer der Daphnien in Nährlösungen war in der Pepton + Glukoselösung um 11,9, in der Peptonserie um 10,1, in der Aquarienwasserserie um 9,4 und in der Glukoseserie um 5,1 Tage länger, während sie in der Asparaginsäurelösung um 1,1 Tage kürzer ist, als jene der Tiere in der Leitungswasserserie.

3. Daphnien können nur teilweise ihren Energiebedarf aus gelösten Nährstoffen decken und magern mit zunehmender Versuchsdauer immer mehr ab.

4. Eine Fortpflanzung der Daphnien in Nährlösungen kommt nicht zustande, die Häutungen gehen nur langsam und unregelmäßig vonstatten.

5. Gelöste Nährstoffe genügen keineswegs um den Nahrungsbedarf von Daphnien soweit zu decken, daß sich die Tiere allein davon am Leben zu erhalten vermöchten.

VI. Zusammenfassung der Versuchsergebnisse

1. Forelleneier, die sich in einer Pepton- + Glukoselösung befinden, weisen eine um einige Tage kürzere Erbrütungsdauer auf als solche in einer Glukose- oder Asparaginsäurelösung oder in reinem Wasser.

2. Bei Embryonen sowie bei geschlüpften Forellen nimmt in Nährlösungen mit zunehmender Versuchsdauer die Trockensubstanz ab, während der Wassergehalt steigt.

3. Forellen vermögen ihren Nahrungsbedarf nicht, auch nicht teilweise, aus Nährsubstanzen, die im Wasser gelöst sind, zu decken.

4. Bei Kaulquappen die sich in Nährlösung befinden, nimmt ebenso wie bei Forellenbrut die Trockensubstanz bei längerer Versuchsdauer ab, doch scheint diese Abnahme etwas langsamer fortzuschreiten als bei Tieren, die sich in nährstoffreiem Wasser befinden.

5. Bei Daphnien, die sich in einer Pepton- + Glukoselösung, in Peptonlösung, in filtriertem Aquarienwasser sowie in einer Glukoselösung befanden, übertraf die Lebensdauer diejenige von Hungertieren um 11,9; 10,1; 9,4 und 5,1 Tage, während sie in Asparaginsäurelösung um 1,1 Tage kürzer war. Doch findet auch in denjenigen Nährstofflösungen, in denen die Lebensdauer eine größere war, ein fortschreitender Verbrauch der Reservestoffe statt, sodaß die Tiere schließlich an Entkräftung zugrunde gehen.

An dieser Stelle möchte ich Herrn Geh. Rat Prof. Dr. Demoll für die Ermöglichung der Durchführung der Arbeit in der Biologischen Versuchsanstallt in München, sowie für seine wertvollen Ratschläge und Hinweise meinen aufrichtigsten Dank aussprechen.

VII. Literatur

1. Arloing et L. Langeron: L' anaphylaxie dans la série anima le. Cpt. rend. des séances de la soclde Biol-. 87. 1922.
2. Biedermann: Wintersteins Handbuch für d. ges. Physiologie Bd. II.
3. Blegvad: Food and conditions aof nourishment among the communities of invertebrate animals found on or in the Danish waters.
   Report of the Danish Biological Station XXII. 1914.
4. Blegvad: On the food of fishes in the Danish waters within the Skaw.
   Report of the Danish Biological Station XXIV. 1916.
5. Bock: Weiterer Beitrag zur Frage der Ernährung von Amphibienlarven durch im Wasser gelöster Stoffe.
6. Boysen-Jensen: Studies concerning the organic matter oft the sea bottom.
   Report of the Danish Biological Station XXII. 1914.
7. v. Buddenbrock: Grundriß d. vgl. Physiologie S. 555—562, Berlin 1928.
8. Chomkovic: Über die Permeabilität der Haut bei Fischen für Lösungen von organischen Nährsubstanzen, Glukose, Saccharose, Pepton.
   Pflügers Archiv: 211. Bd. 6. Heft 1926.
9. Conheim: Die Physiologie der Verdauung und Aufsaugung Nagels Handbuch der Physiologie des Menschen. Bd. II. 1906.
10. Cronheim: Beiträge zur Sauerstoffbestimmung im Wasser.
    Ztschr. f. angew. Chemie. 1907, S. 1939.
11. Cunningtonß: Studien an einer Daphnide, Simocephalus sima Jenaische Ztschr. f. Med. u. Naturwissenschaften 1902.
12. v. Dehn: Untersuchungen über die Verdauung bei Daphnien.
    Ztschr. f. vgl. Physiologie 13. Bd. 2. Heft 1930.
13. Henze: Archiv f. d. ges. Physiologie 1907, Bd. 123.
14. Hykes: O schopnosti pulcu resorbovati kozi ustrojnilatky z vody. Spisy vys. zkoly zverolek v. Brne Bd. I, 1922.
15. Kerb: Über den Nährwert der im Wasser gelösten Stoffe J. R. Bd. III 1910/11.
16. Klatt: Fütterungsversuche an Tritonen.
17. Knörrich: Plöner Forschungsberichte 1901.
18. Koller: Versuche an marinen Wirbellosen über die Aufnahme gelöster Nährstoffe.
    Ztschr. f. vergl. Physiologie Bd. 11, 3. Heft 1930.

Studien über die Funktion der im Wasser gelösten Nährsubstanzen im Stoffwechsel der Wassertiere.

19. 10. Mittteilung: Kostomarow: Die Bedeutung der gelösten Nährsubstanzen für den Stoffwechsel der Karpfenbrut.

20. 11. Mitteilung: Podhradsky und Krizenecky: Ist die Bakterienflora der Vermittler zwischen den Tieren und den aufgelösten Nährsubstanzen?

21. 12. Mitteilung: Podhradsky: Weiterer Beitrag über die Bedeutung der Ca und K Ionen für die Ausnützung der aufgelösten Nährstoffe.

22. 13. Mitteilung: Krizenecky: Die Abhängigkeit der Ausnützungsweise der gelösten Nährstoffe von ihrer Konzentration.

23. 14. Mitteilung: Krizenecky: Die wachstumssteigernde Wirkung gelöster Nährstoffe (bei geformter Nahrung) als eine labile Reaktion. Biologia generalis. Bd. I, 1 und 2 1925.

24 Krizenecky: 1) Über eine wachstumssteigernde Wirkung der im Wasser gelösten Nährstoffe bei den Wassertieren.
2) Untersuchungen über die Assimilationsfähigkeit der Wassertiere für im Wasser gelöste Nährstoffe.

Pflügers Archiv für die gesamte Physiologie des Menschen und der Tiere.

25. I. Krizenecky und I. Podhradsky:
1. Mitteilung. Die gelösten Substanzen als einzige Nährstoffquelle und die Rolle der Kohlehydrate und Eiweiß-Substanzen im Stoffwechsel der Froschkaulquappen.

26. I. Krizenecky und I. Podhradsky:
2. Mitteilung. Über die Assimilationsfähigkeit der Froschkaulquappen für den Harnstoff.

27. I. Krizenecky und I. Podhradsky:
3. Mitteilung. Zur näheren Kenntnis der wachstumssteigernden Wirkung im Wasser gelöster Nährsubstanzen unter normaler Fütterung mit geformter Nahrung.

28. I. Krizenecky und I. Podhradsky:
4. Mitteilung. Die Bedeutung des Harnstoffs in der wachstumssteigender Wirkung gelöster Nährstoffe unter Ernährung mit geformter Nahrung bei Froschkaulquappen.

29. I. Krizenecky und I. Podhradsky:
5. Mitteilung Die Rolle der Reizung der Darmwand durch Ballaststoffe bei der Assimilation gelöster Nährstoffe.

30. I. Krizenecky: Zur Frage der Ernährung von Amphibienlarven von im Wasser gelösten Nährstoffen.

31. I. Krizenecky: Über die nutritive Bedeutung der im Wasser aufgelösten organischen Substanzen für die Wassertiere.

32. I. Krizenecky und Ivan Petrov: Weitere Untersuchungen über das Wachstum beim absoluten Hungern.

33. I. Podhradsky: Nouvelles recherches sur l'utilisation par les animaux aquatiques des matieres organiques dissoutes dans l'eau.

34. I. Krizenecky und Olga Dubska: Relation entre la tension superficielle des liquides biologiques dans l'air et dans un milieu analogue au Protoplasme.

35. Krukenberg: Nachtrag zu den Untersuchungen über die Ernährungsvorgänge bei Cölenteraten und Echiniden.
Untersuchungen des Phyiol. Inst. zu Heidelberg, Bd. II 1878.

36. Krogh, A.: Über die Bedeutung von gelösten organischen Substanzen bei der Ernährung von Wassertieren.
Ztschr. f. vgl. Physiologie, Bd. 12, 1930.

37. Krogh, A. und Lange, E.: On the organic matter given off by Algae. The Biochemical Journal. Bd. 24, 1930.

38. Kückenthal: Beobachtungen an einigen Korallentieren des Adriatischen Meeres.
„Aus der Natur" Jahrg. 5, S. 321—328, 1909.

39. Lantzsch: Bemerkungen und Zahlen zur Pütter'schen Hypothese.
Biolog. Zentralblatt, Bd. 41, Nr. 3 1921.

40. Lantzsch: Studien über das Nannoplankton des Zugersees und seine Beziehung zum Zooplankton.
Ztschr. f. wissensch. Zoologie. Bd. C VIII, Heft 4.

41. Lipschütz: Über den Hungerstoffwechsel der Fische.
Ztschr. f. allg. Physiologie, 12, 1911.

42. Lipschütz: Zur Frage über die Ernährung der Fische.
Ztschr. f. allg. Physiologie, 12, 1911.

43. Lipschütz: Zur allgemeinen Physiologie des Hungers.
Braunschweig, Vieweg 1915.

44. Lipschütz: Die Ernährung der Wassertiere durch die gelösten organischen Verbindungen der Gewässer. Ergebnisse der Physiologie Bd. XIII. 1913.

45. Lipschütz: Bemerkungen zur Frage über die Ernährung der Wassertiere. Biol. Zentralblatt 38. Bd. 1918.

46. Lohmann: Über die Quellen der Nahrung der Meerestiere und Pütters Untersuchungen hierüber. J. R. Bd. II, S. 10 ff.

47. Lohmann: Die Probleme der modernen Planktonforschung Verhandl. d. deutsch. Zoolog. Gesellschaft 1912.

48. Lundblad: Vergleichende Studien über die Nahrungsaufnahme einiger schwedischer Phyllopoden nebst synonymischen, morphologischen und biologischen Bemerkungen. Archiv f. Zoologie Bd. 13, 1921.

49. Mac Collum: The Action of Purgatives In A Crustacean (Sida cristallina) University of California Publications. Physiology Vol. 2 Nr. 6, pp. 65—70 1905.

50. Murray: The ocean. A general account of the science of the sea. London, Williams and Norgate Vgl. S. 134, 175 u. 177.

51. Naumann: Spezielle Untersuchungen über die Ernährungsbiologie des tierischen Limnoplanktons. 1. Über die Technik des Nahrungserwerbes bei den Cladaceren und ihre Bedeutung für die Biologie der Gewässertypen. J. Lunds Univ. Arskrift Ard. II, 17, 1921.

52. Naumann: Beiträge zur Kenntnis des Teichnannoplanktons. Biolog. Zentralblatt 39. Bd. 1919.

53. Neumeister: Ztschr. f. Biolog. 1890, S. 324.

54. Petersen and Boysen Jensen: Animal life of the sea bottom, its food and quantitiy Report of the Danish Biologicae Station XX, 1911. Bd 38

55. Przyledzki: L'absorption cutanée cher les amphibiens Arch. internat. de physiol. 20 Nr. 2 1922.

56. Pütter: Der Stoffhaushalt des Meeres Ztschr. f. allg. Physiol. Bd. VII. S. 321—368.

57. Pütter: Die Ernährung der Wassertiere. Ztschr. f. allg. Physiol. Bd. VII. S. 283—320, 1907.

58. Pütter: Die Ernährung der Fische. Ztschr. f. allg. Physiol. Bd. IX. S. 147—242.

59. Pütter: Die Ernährung der Wassertiere durch gelöste organische Verbindungen. Archiv f. die gesamte Physiol. Bd. 137, 1911.

60. Pütter: Die Ernährung der Wassertiere und der Stoffhaushalt der Gewässer, Jena 1909.

61 Pütter: Der Stoffwechsel der Actinien, Ztschr. f. allg. Physiol. XII. Bd. 3. Heft 1911.

62. Pütter: Der Stoffwechsel der Kieselschwämme. Ztschr. f. allg. Physiol. Bd. XVI. 1914.

63. Pütter: Studien zur vgl. Physiologie des Stoffwechsels. Abhandl. d. kgl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen. Neue Folge, Bd. 6, Nr. 1 1908, S. 1—79.

64. Pütter: Die Frage der parenteralen Ernährung der Wassertiere. Biol. Zentralblatt 42, 1922

65. Ruzicka: Experimentelle Beiträge zur Lehre von der Resorption. Wien. Med. Blätter 1908.

66. Schiemenz: Wie frißt der Fisch? Fischerzeitung 28, 1905

67. Storch: Der Nahrungserwerb zweier Copepodennauphien. Zoolog Jahrbücher. Bd 45 1928.

68. Storch und Pfisterer: Der Fangapparat von Diaptomus. Ztschr. vgl. Physiol. 3 Bd, 3. Heft, 1925.

69. Storch: Morphologie und Physiologie des Fangapparates der Daphmiden. Erg. Zool. 6. 1924.

70. Wertheimer: Über die irreziproke Permeabilität. I—IV Mitt. Pflügers Archiv 199—201, 1923.

71. Woltereck: Die natürliche Nahrung pelagischer Cladoceren und die Rolle des Zentrifugenplanktons im Süßwasser. J. R. Bd. II. S. 715 ff.

72. Woltereck: Über die Spezifität des Lebensraumes, der Nahrung und der Körperformen bei pelagischen Cladoceren und über „Ökologische Gestaltsysteme". Biol. Zentralbl. 48, 1928.

73. Wolff: Ein einfacher Versuch zur Pütterschen Theorie von der Ernährung der Wasserbewohner. J. R. Bd. II, S. 715 ff.

74. Wolff: Sammelreferat über Pütters Arbeiten. Biol. Zentralblatt 446 – 481, 1909.

75. Zuntz: Über die Verdauung und den Stoffwechsel der Fische.

76. Yonge: The Digestive Diverticula in the Lamellibranchs. Trans. roy. Soc. Edinburgh 54, 703, 1926.

77. Yonge: Structure and Physiology of the Organs of Feeding and Digestion in Ostrea edulis. J. Mar. biol. Assoc. U. Kingd. 14. 295. 1926.

78. Yonge: The Absorption of Glucose by Ostrea edulis. J. Mar. biol. Assoc. U. Kngd. 15. 543, 1928.

Lebenslauf

Am 30. September 1906 wurde ich als Sohn des Schmiedmeisters Lorenz Weisshaupt in Konstanz geboren. Vom Jahre 1913—1916 besuchte ich die dortige Volksschule. Im Herbst 1916 trat ich in die Oberrealschule in Konstanz ein und verließ dieselbe nach dem Einjährigen 1922. Um mich im praktischen Leben auszubilden arbeitete ich als Volontär in der Konstanzer Gießerei und Maschinenfabrik und nebenher im Betriebe meines Vaters. Am badischen Staatstechnikum in Karlsruhe hörte ich dann 2 Semester allgemeine Maschinenbaulehre und Elecktrotechnik. Anschließend stand ich 1925—1926 im Lehrvertragsverhältnis mit meinem Vater und legte am 19. Oktober 1926 die Gesellenprüfung als Huf- und Wagenschmied an der Handwerkskammer in Konstanz ab. Im gleichen Jahre bestand ich die Aufnahmeprüfung für die Unterprima an der Zeppelinoberrealschule in Konstanz und erhielt dort am 10. März 1928 das Reifezeugnis. Im Mai 1928 bezog ich die Veterinärmedizinische Fakultät der Universität München und legte im März 1930 die Vorprüfung und am 23. Dezember 1932 die tierärztliche Schlußprüfung ab. Seit 1. Januar 1933 bin ich als Assistenztierarzt der Badischen Landwirtschaftskammer am tierhygienischen Institut der Universität Freiburg i. Br. tätig.